

Patent number: JP2002259183
Publication date: 2002-09-13
Inventor: ACHIWA KIYOUSUKE; OEDA TAKASHI; NAKAMURA KATSUNORI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: G06F12/00; G06F3/06; G06F12/14; G06F12/16
- european:
Application number: JP20010053456 20010228
Priority number(s):

W1519

[View INPADOC patent family](#)

Abstract of JP2002259183

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a means to constantly restore a disk image to the one with compliance when remote copy without guarantee of order is performed.

SOLUTION: A host computer 1010 submits a freezing instruction to an original DKC 1030 after matching a file system and stored data of an original storage device system 1180, the original DKC 1030 transfers the disk image at a timepoint of the freezing instruction to a duplicate DKC 1040 and after that, issues completion of transmission of all pieces of data to the duplicate DKC 1040. In the duplicate DKC 1040, the disk image at the timepoint of the received freezing instruction is held until the completion of transmission of all pieces of the data is issued and the data of the disk image at the timepoint of the freezing instruction held by the duplicate storage system 1190 can be used when use of the original storage device system 1180 is disabled at an optional timepoint.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-259183
(P2002-259183A)

(43)公開日 平成14年9月13日(2002.9.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 6 F 12/00	5 3 1	G 0 6 F 12/00	5 3 1 M 5 B 0 1 7
	5 1 0		5 1 0 B 5 B 0 1 8
	5 3 7		5 3 7 H 5 B 0 6 5
3/06	3 0 4	3/06	3 0 4 F 5 B 0 8 2
12/14	3 2 0	12/14	3 2 0 B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-53456(P2001-53456)

(22)出願日 平成13年2月28日(2001.2.28)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 阿知和 恭介

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 大枝 高

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

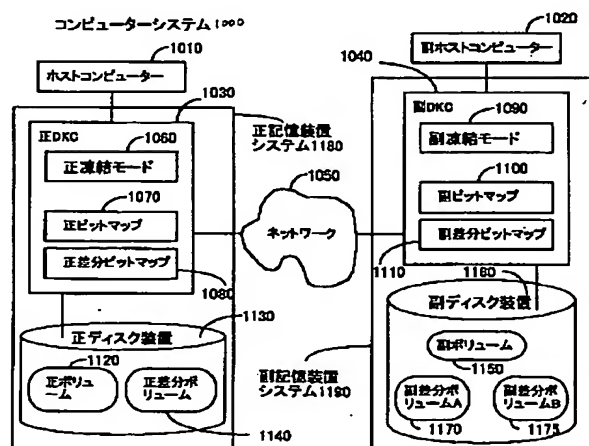
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 記憶装置システム及びデータのバックアップ方法

(57)【要約】

【課題】順序無保証のリモートコピーを行う場合に、常に整合性の取れたディスクイメージに復旧可能とする手段を提供することである。

【解決手段】ホストコンピュータ1010は、正記憶装置システム1180のファイルシステム及び格納データの整合性をとった後、正DKC1030に凍結指示を出し、正DKC1030は凍結指示時点のディスクイメージを副DKC1040に転送し、その後全データ送信済みを副DKC1040に発行する。副DKC1040では、受領した凍結指示時点のディスクイメージを次に全データ送信済みが発行されるまで保持し、任意の時点で正記憶装置システム1180が使用不能となったときに、副記憶装置システム1190が保持している凍結指示時点のディスクイメージのデータを利用することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ホストコンピュータ、正記憶装置システム及び前記正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する情報処理システムにおいて、前記正記憶装置システムから前記副記憶装置システムにデータをバックアップする方法であって、

前記ホストコンピュータから前記正記憶装置システムへ、前記正記憶装置システムのデータの状態を維持するよう指示を送り、

前記指示があった時点における前記正記憶装置システムのデータの状態を維持し、

前記維持されたデータに基づいて、前記副記憶装置システム上に、前記指示時点における前記正記憶装置システムが有するデータを構成することを特徴とするバックアップする方法。

【請求項2】前記データを構成するステップは、前記正記憶装置システムに前記維持されたデータを前記副記憶装置システムに転送し、前記維持されたデータを転送し終わったら、転送完了を示す信号を前記正記憶装置システムから前記副記憶装置システムに転送し、前記転送完了の信号の受信を契機に、前記副記憶装置システムに前記データを構成するステップを含むことを特徴とする請求項1記載のバックアップ方法。

【請求項3】前記ホストコンピュータの指示があるまでは前記正記憶装置システムの第一の記憶領域にデータを記憶するステップを有し、前記データの状態を維持するステップは、前記ホストコンピュータの指示があった後に、当該指示時点における前記第一の記憶領域に記憶されたデータを前記正記憶装置の第二の記憶領域に複写し、前記データを転送するステップは、前記第二の記憶領域に複写されたデータを、前記副記憶装置システムに転送することを特徴とする請求項2記載のバックアップ方法。

【請求項4】前記データを構成するステップは、前記転送された前記維持されたデータを前記副記憶装置システムの第三の記憶領域に格納し、前記第三の記憶領域に保持されたデータを使用して、前記副記憶装置システムの第四の記憶領域に前記維持されたデータを構成することを特徴とする請求項2又は請求項3記載のバックアップ方法。

【請求項5】前記第四の記憶領域には、前記ホストコンピュータから指示する以前の所定の時点において前記第一の記憶領域に格納されていたデータが格納されていることを特徴とする請求項4記載のバックアップ方法。

【請求項6】前記データを転送するステップは、前記ホストコンピュータの指示以前に前記正記憶装置システムに記憶されていたデータと前記ホストコンピュータの指示があった時点の維持されたデータとの間の差分を、前記副記憶装置システムに転送することを特徴とする請求項2記載のバックアップ方法

【請求項7】前記データを維持するステップは、前記正記憶装置システムの第一の記憶領域にデータを格納し、前記ホストコンピュータの指示があった時点以降に前記第一の記憶領域に格納されたデータについてデータを更新する際に、すでに前記差分を送出するステップによって前記差分を前記副記憶装置システムに送出している場合には、前記第一の記憶領域にデータを格納し、前記差分を前記副記憶装置システムに送出していない場合には、前記正記憶装置システムの第二の記憶領域に、更新すべきデータの情報を格納することを特徴とする請求項6記載のバックアップ方法。

【請求項8】前記データを構成するステップは、前記副記憶装置システムの第三の記憶領域に前記正記憶装置システムから送出される前記差分を保持し、前記第三の記憶領域に保持された前記差分に基づいて、前記副記憶装置システムの第四の記憶領域に前記維持されたデータを構成することを特徴とする請求項7記載のバックアップ方法。

【請求項9】前記第四の記憶領域に、前記ホストコンピュータの指示がある以前の所定の時点における前記第一の記憶領域に格納していたデータを格納していることを特徴とする請求項8記載のバックアップ方法。

【請求項10】前記転送するステップは、前記ホストコンピュータの指示があるまでは、前記第一の記憶領域に格納されているデータでかつ更新されるデータについて前記副記憶装置システムに転送し、前記ホストコンピュータの指示があった後は、前記第二の記憶領域に格納されているデータを、前記副記憶装置システムに転送することを特徴とする請求項2記載のバックアップ方法。

【請求項11】第一の記憶領域、第二の記憶領域及び正ディスクコントローラを有し、ホストコンピュータと接続された正記憶装置システムと、第三の記憶領域、第四の記憶領域及び副ディスクコントローラを有し、前記正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する記憶装置システムにおいて、前記正ディスクコントローラは、前記ホストコンピュータからの凍結の指示があるまでは、前記第一の記憶領域に前記ホストコンピュータから送出されるデータを記録する手段と、前記ホストコンピュータからの凍結の指示に応答して、前記第二の記憶領域に前記第一の記憶領域に記録されたデータを複写する手段と、前記複写されたデータを前記副記憶装置システムに送出する手段とを有し、前記副ディスクコントローラは、前記送出されたデータを受け取って前記第三の記憶領域に保持する手段と、前記第三の記憶領域に保持されたデータを用いて前記第四の記憶領域に前記ホストコンピュータからの凍結の指示があった時点での前記第一の記憶領域に保持されているデータを構成する手段とを有することを特徴とする記憶装置システム。

【請求項12】第一の記憶領域、第二の記憶領域及び正ディスクコントローラを有し、ホストコンピュータと接

続された正記憶装置システムと、第三の記憶領域、第四の記憶領域及び副ディスクコントローラを有し、前記正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する記憶装置システムであって、前記正ディスクコントローラは、前記ホストコンピュータからの凍結の指示があるまでは、前記第一の記憶領域に、前記ホストコンピュータから送出されるデータを記録する手段と、所定の時点における前記第一の記憶領域に記憶されたデータと前記記録されるデータとの差分を前記副記憶装置システムに送出する手段と、前記ホストコンピュータからの凍結の指示に回答して、前記第一の記憶領域に対する前記ホストコンピュータの書き込みについて、対象となるデータの差分が既に前記副記憶装置システムに送出されている場合には、前記第一の記憶領域にデータを書き込む手段と、対象となるデータの差分が前記副記憶装置システムに送出されていない場合には、前記第二の記憶領域に前記データを書き込む手段とを有し、前記副ディスクコントローラは、前記送出された前記差分を受け取って、前記第三の記憶領域に保持する手段と、前記第三の副記憶領域に保持された差分を用いて、前記第四の記憶領域に、前記ホストコンピュータからの凍結の指示があった時点での前記第一の記憶領域に保持されているデータを構成することを特徴とする記憶装置システム。

【請求項13】第一の記憶領域、第二の記憶領域及び正ディスクコントローラを有し、ホストコンピュータと接続された正記憶装置システムと、第三の記憶領域、第四の記憶領域及び副ディスクコントローラを有し、前記正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する記憶装置システムであって、前記正ディスクコントローラは、前記ホストコンピュータからの凍結の指示があるまでは、前記第一の記憶領域に前記ホストコンピュータから送出されるデータを記録する手段と、前記第一の記憶領域に記憶されたデータを前記副記憶装置システムに送出する手段と、前記ホストコンピュータからの凍結の指示に回答して、前記第二の記憶領域に前記第一の記憶領域に記録されたデータを複写する手段と、前記複写されたデータを前記副記憶装置システムに送出する手段とを有し、前記副ディスクコントローラは、前記送出された前記第一の記憶領域に記憶されたデータ及び前記複写されたデータを受け取って前記第三の記憶領域に保持する手段と、前記第三の記憶領域に保持されたデータを用いて前記第四の記憶領域に前記ホストコンピュータからの凍結の指示があった時点での前記第一の記憶領域に保持されているデータを構成する手段とを有することを特徴とする記憶装置システム。

【請求項14】前記正ディスクコントローラは、前記副記憶装置システムにデータを送出したことを示す信号を送出する手段を有し、前記副ディスクコントローラは、前記データを送出したことを示す信号を受け取った後に、前記第四の記憶領域に前記第一の記憶領域に保持さ

れているデータを構成する手段を有することを特徴とする請求項11、請求項12及び請求項13記載された記憶装置システムのうちいずれか一つの記憶装置システム。

【請求項15】前記正ディスクコントローラは、前記副記憶装置にデータを送出する際に当該データを暗号化する手段を有し、前記副ディスクコントローラは、前記正記憶装置から受け取った暗号化データを復号化する手段を有することを特徴とする請求項12及び請求項14に記載された記憶装置システムのうち、いずれか一つの記憶装置システム。

【請求項16】前記第四の記憶領域には、前記ホストコンピュータの指示がある以前の所定の時点における前記第一の記憶領域に記憶されていたデータが記憶されていることを特徴とする請求項11、請求項12、請求項13、請求項14及び請求項15記載の記憶装置システムのうち、いずれか一つの記憶装置システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、遠隔地にあるディスク装置へデータのコピー（リモートコピー）を行う記憶装置システムに関する。特に、ホストコンピュータから記憶装置システムに対するデータの書き込みの順番と、データが書き込まれた記憶装置システムが他の記憶装置システムへデータを送信する順番とが一致しないタイプのリモートコピーを行う情報処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】ホストコンピュータ及び複数の記憶装置システムを有する情報処理システムにおいて、記憶装置システム間でのデータのコピーを行う技術として、リモートコピーがある。

【0003】リモートコピーとは、情報処理システム間において、ホストコンピュータが介在することなしに、物理的に離れた場所にある複数の記憶装置システム同士がデータのコピー、すなわちデータの2重書きを行う技術である。

【0004】記憶装置システムとは、複数の記憶装置及びそれらの記憶装置を制御するコントローラとから構成されるシステムを指す。

【0005】リモートコピーを行う情報処理システムにおいては、物理的に離れた場所にそれぞれ配置された記憶装置システムが専用回線あるいは公衆回線でお互いに接続されている。ある記憶装置システムが有する論理的な記憶領域（以下、「論理ボリューム」）のうち、リモートコピーの対象となる論理ボリューム（以下、「コピー元論理ボリューム」）の容量と同容量の論理ボリュームが、コピー元論理ボリュームがコピーされる記憶装置システムに確保される。この確保された論理ボリューム（以下、「コピー先論理ボリューム」）は、コピー元論

理ボリュームと一対一の対応関係を有するように形成される。コピー元論理ボリュームのデータは、専用回線又は公衆回線を介してコピー先論理ボリュームにコピーされる。コピー元論理ボリュームに含まれるデータの更新があった場合、更新されたデータは専用回線等を介してコピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムに転送され、コピー元論理ボリュームに対応するコピー先論理ボリュームにも更新されたデータが書き込まれる。

【0006】リモートコピーの技術を用いると、複数の記憶装置システムを有する情報処理システムにおいて、複数の記憶装置システムで同一内容の論理ボリュームを保持することができる。

【0007】リモートコピーに関する技術は、米国特許5,742,792号公報に開示されている。

【0008】米国特許5,742,792号公報には、さらにアダプティブコピーという技術が開示されている。

【0009】アダプティブコピーとは、リモートコピー技術の一つである。コピー元論理ボリュームからコピー先論理ボリュームへデータがコピーされる際に、コピー元論理ボリュームを有する記憶装置システムが、コピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムから送信されるデータを受領したことを示す信号の受信を待たずに、コピー元論理ボリュームからコピー先論理ボリュームへ次のデータの転送を行うものである。

【0010】アダプティブコピーにおいては、データの送信順番がシリアルライズされず、ホストコンピュータがコピー元論理ボリュームにデータを書き込んだ順番と、それらのデータがコピー先論理ボリュームに転送される順番が異なる場合がある（以降、このようなリモートコピーを「順序無保証」のリモートコピーと称する）。

【0011】この性質に基づいて、ホストコンピュータがコピー元論理ボリュームの同じ位置に繰り返しデータを書き込んだ場合、一番最後に書き込まれたデータのみをコピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムに送ることができる。したがって、記憶装置システム間の専用線等のネットワークにかかる負荷を低減することができる。

【0012】一方、いわゆるオープンシステムで使用されるファイルシステムが組み込まれたホストコンピュータが記憶装置システムへデータを書き込む場合には、一般的に、ホストコンピュータが有するバッファ等を使用することにより、ホストコンピュータから記憶装置システムへのデータ転送の指示と記憶装置システムへのデータの書き込みが非同期に行われる。

【0013】しかし、様々な障害によってファイルのデータが破壊された場合にそのファイルのデータを確実に回復するため、少なくとも、ファイルを管理するためのデータであるディレクトリやi-nodeのようなメタデータについては、ホストコンピュータから記憶装置システムへのデータの転送指示と記憶装置システムへの書き込み

が同期して行われる。上記技術は、The Design and Implementation of a Log-Structured File System, Mendel Rosenblum and John K. Ousterhout, ACM Transactions on Computer Systems, Vol.10, No.1, February 1992, Pages 29に詳細に開示されているこのような処理を行うことで、突然の電源遮断等で非同期書きこみのためにホストコンピュータにバッファされているファイルのデータが失われても、メタデータ等は失われないようにすることができる。そして、破壊されなかったメタデータ等を使用してファイルデータの回復を行い、ホストコンピュータが破壊されることによるファイルデータの損失を最小限に抑えることができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】順序無保証のリモートコピーを行うことで、記憶装置システム間の専用線等のネットワークにかかる負荷を低減することができる。しかし、従来の技術に基づく順序無保証のリモートコピーにおいては、ディレクトリ構造の情報等のメタデータについて同期をとることで、確実にデータを回復するということまでは考慮されていない。

【0015】具体的には、コピー元論理ボリュームに対してファイルシステムが書き込んだデータがファイルシステムの書き込みと同期してコピー先論理ボリュームへ転送されない場合には、コピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムのディレクトリ構造は、ホストコンピュータのファイルシステムが意図した状態となっていない場合がある。

【0016】このような状態でコピー元論理ボリュームを有する記憶装置システムのデータが破壊された場合、コピー元論理ボリュームを有する記憶装置システムのディレクトリ構造とコピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムのディレクトリ構造とに矛盾がないことを前提としたfsck等のファイルシステム修復プログラムをコピー先論理ボリュームを有する記憶装置システムに対して実行しても有効に機能せず、多くのファイルが失われてしまう可能性が高い。

【0017】本発明の目的は、順序無保証のリモートコピーを行う場合においても、複数の記憶装置システム間で整合性の取れたデータ構造を保持することで、一方の記憶装置システムのデータが破壊された場合にも他の記憶装置システムにおいてデータを回復する手段を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、ホストコンピュータ、正記憶装置システム及び正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する記憶装置システムにおいて、ホストコンピュータから正記憶装置システムへ、正記憶装置システムのデータの状態を維持するよう指示を送り、指示があった時点における正記憶装置システムのデータの状態を維

持し、維持されたデータに基づいて、副記憶装置システム上に、指示時点における前記正記憶装置システムが有するデータを構成する。

【0019】さらに、正記憶装置システムに維持されたデータを副記憶装置システムに転送し、維持されたデータを転送し終わったら、転送完了を示す信号を正記憶装置システムから副記憶装置システムに転送し、転送完了の信号の受信を契機に、副記憶装置システムに前記データを構成するようにしてもよい。

【0020】また、データの状態を維持するステップは、ホストコンピュータの指示があるまでは正記憶装置システムの第一の記憶領域にデータを記憶し、ホストコンピュータの指示があった後に、当該指示時点における第一の記憶領域に記憶されたデータを正記憶装置の第二の記憶領域に複製し、データを転送するステップは、第二の記憶領域に複製されたデータを、副記憶装置システムに転送することもできる。

【0021】また、データを構成するステップは、転送された維持されたデータを副記憶装置システムの第三の記憶領域に格納し、第三の記憶領域に保持されたデータを使用して、副記憶装置システムの第四の記憶領域に維持されたデータを構成することもできる。

【0022】また、本発明として、第一の記憶領域、第二の記憶領域及び正ディスクコントローラを有し、ホストコンピュータと接続された正記憶装置システムと、第三の記憶領域、第四の記憶領域及び副ディスクコントローラを有し、正記憶装置システムと接続された副記憶装置システムを有する記憶装置システムにおいて、正ディスクコントローラは、ホストコンピュータからの指示があるまでは、第一の記憶領域に前記ホストコンピュータから送出されるデータを記録する手段と、ホストコンピュータからの指示に応答して、第二の記憶領域に第一の記憶領域に記録されたデータを複製する手段と、複製されたデータを副記憶装置システムに送出する手段とを有する。そして、副ディスクコントローラは、送出されたデータを受け取って第三の記憶領域に保持する手段と、第三の記憶領域に保持されたデータを用いて第四の記憶領域に前記ホストコンピュータからの指示があった時点での第一の記憶領域に保持されているデータを構成する手段とを有する構成とする。

【0023】異なる態様としては、ホストコンピュータはデータ転送元の記憶装置システムに凍結指示を出し、転送元の記憶装置システムは凍結指示時点の記憶装置システムに保存されているデータ及びその配置（以下「ボリュームイメージ」と称する。）をデータ転送先の記憶装置システムに転送する。そして、凍結指示があった時点のボリュームイメージがデータ転送先の記憶装置システムに転送済みであることを意味する全データ転送済みを通知する。

【0024】データ転送先の記憶装置システムでは、デ

ータ転送元における凍結指示時点のボリュームイメージのデータを保持しおり、これを次にデータ転送済みの通知があった場合に転送されたデータを使用してボリュームイメージの更新を行う。

【0025】これにより、任意の時点でデータ転送元のディスク装置システムが使用不能となったときに、データ転送先の記憶装置システムが保持しているボリュームイメージを利用することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用したコンピュータシステム1000の第1の実施の形態の構成を示した図である。

【0027】コンピュータシステム1000は、ホストコンピュータ1010、正記憶装置システム1180、正記憶装置システム1180との間でリモートコピーを行う副記憶装置システム1190、副ホストコンピュータ1020、及び正記憶装置システム1180と副記憶装置システム1190を結ぶネットワーク1050を有する。

【0028】副記憶装置システム1190は、災害などにより正記憶装置システム1180が使用不可能となった場合に使用される。副ホストコンピュータ1020は、ホストコンピュータ1010や正記憶装置システム1180が使用不可能となった場合に、副記憶装置システム1190のデータを使って、本来ホストコンピュータ1010が行うはずであった処理を肩代わりする。

【0029】ネットワーク1050は、インターネットネットワークのような共用回線で、データの転送速度があまり高速でないものと仮定する。本実施形態においては、正記憶装置システム1180及び副記憶装置システム1190で行なわれるリモートコピーは、ネットワーク1050に負荷をかけない順序無保証で行うものとする。尚、ネットワーク1050のデータ転送速度が高速であっても構わない。

【0030】正記憶装置システム1180は、ホストコンピュータ1010から転送されるデータを格納する正ディスク装置1130及び正ディスク装置1130の制御を行う正ディスクコントローラ（以下「DKC」）1030を有する。

【0031】本実施形態では、ホストコンピュータ1010が、所定のタイミングで正記憶装置システム1180に対して、「凍結」を行うように指示（以下、「凍結指示」と称する）を出す。「凍結」とは、ホストコンピュータ1010が指示を出した時点において正記憶装置システム1180のボリュームイメージと同一のボリュームイメージを副記憶装置システム1190に確保することをいう。

【0032】正ディスク装置1130は、正ボリューム1120及び正差分ボリューム1140を有する。正ボリューム及び正差分ボリュームは論理ボリュームでも物

理ボリュームでも良い。論理ボリュームの場合には、本実施例のように、正ディスク装置の中に複数のボリュームが存在することがある。物理ボリュームの場合には、正ディスク装置は、さらに複数のディスク装置から構成され、その各々が物理ボリュームを構成する。

【0033】正ボリューム1120には、ホストコンピュータ1010から正ディスク装置1130に転送されるデータが格納される。

【0034】正差分ボリューム1140には、正ディスク装置1130がホストコンピュータ1010から凍結指示を受け取ってから凍結の処理を完了するまでの間（以下、「凍結中」と称する）、ホストコンピュータ1010から転送されるデータが格納される。

【0035】正DKC1030は、正凍結モード1060、正ビットマップ1070及び正差分ビットマップ1080をメモリ上に有する。

【0036】正凍結モード1060は、正DKC1030自身が凍結中の処理を実行しているかどうかを示し、たとえば、凍結中であれば、モードは1となる。

【0037】正ビットマップ1070及び正差分ビットマップ1080は、正ボリューム1120及び正差分ボリューム1140が有するブロックのそれぞれに対応したビットを持つ。

【0038】正ビットマップ1070は、正記憶装置システム1180がホストコンピュータ1010から凍結指示を受ける以前に、正ボリューム1120に格納されたデータのうち、まだ副DKC1040に転送されていない正ボリューム1120のブロックを示す。正差分ビットマップ1080は、正DKC1030が凍結中の処理を行っている間に正ディスク装置1130がホストコンピュータ1010から受け取ったデータが含まれているブロックを示す。

【0039】正差分ボリューム1140にはデータがログストラクチャードの追記型ファイル形式で格納される。格納されるデータには、正ボリューム1120内のブロックを示すブロック番号も含まれる。

【0040】正DKC1030が凍結中の処理を行っている間に正ディスク装置1130にデータが書き込まれる場合には、正DKC1030は、正差分ビットマップ1080を確認する。書き込まれるデータが既に正差分ボリューム1140に格納されていた場合には、同じブロックに書き込まれるデータが正差分ボリューム1140に複数存在しないように、それ以前に正差分ボリューム1140に書き込まれていたデータを破棄する。副記憶装置システム1190は、正記憶装置システム1180からリモートコピーされたデータを格納する副ディスク装置1160、副ディスク装置1160をコントロールする副DKC1040を有する。

【0041】副ディスク装置1160は、副ボリューム1150、副差分ボリュームA1170及び副差分ボリ

ュームB1175を有する。

【0042】副ボリューム1150には、ある時点、具体的には、以前にホストコンピュータ1010が正記憶装置システム1180に凍結指示を出した時点における正ボリューム1120のボリュームイメージが格納されている。副差分ボリュームA1170には、以前にホストコンピュータ1010が正記憶装置システム1180に凍結指示を出した時点以降に、正記憶装置システム1180に書き込まれたデータが格納される。副ボリューム1150と正ボリューム1120のブロックは一対一に対応している。

【0043】副DKC1040は、副凍結モード1090、副ビットマップ1100及び副差分ビットマップ1110をメモリ（図示しない）上に有する。副凍結モード1090の値は、副DKC1040が凍結の処理をしていないなら値0、凍結の処理中なら値1あるいは2となる。

【0044】副ビットマップ1100及び副差分ビットマップ1110は副ボリュームA1150及び副差分ボリュームB1175が有するブロック数と同じビット数で構成され、1ビットが1ブロックに対応している。副ビットマップ1100は、副差分ボリュームA1170に格納されているデータの有無を示す。

【0045】副差分ビットマップ1110は、副差分ボリュームB1175に格納されているデータの有無を示す。正差分ボリューム1140と同様に、副差分ボリュームA1170及び副差分ボリュームB1175には、ログストラクチャードの追記式ファイル形式でデータが格納される。それぞれに格納されるデータには、副ボリューム1150内のブロックを示すブロック番号が含まれる。

【0046】副DKC1040は、正DKC1030と同様の処理を行うことで、副差分ボリュームA1170及び副差分ボリュームB1175内に同一ブロックに対応するデータが二つ以上存在しないように、古いデータを破棄する。

【0047】ホストコンピュータ1010が凍結の指示を出すのではなく、正DKC1030や副DKC1040が凍結指示を発行してもよい。

【0048】ホストコンピュータ1010上で動作するアプリケーションプログラムは正記憶装置システム1180へのデータの書き込みを指示するが、実際はホストコンピュータ1010のキャッシュメモリにそのデータが書き込まれ、正記憶装置システム1180に格納されているデータの内容がアプリケーションプログラムが意図していない状態となっている（つまり、書いた筈のデータが書かれていない）場合がある。この状態で電源断などの原因でホストコンピュータ1010がダウンし、fsck等のファイルシステム復旧プログラムを正記憶装置システム1180に対して実行すると、正記憶装置シス

テム1180に反映されていないデータは失われてしまう可能性がある。正記憶装置システム1180に反映されていないデータの損失を避けるためには、正DKC1030等が凍結の指示を自由に出すのではなく、ホストコンピュータ1010がキャッシュ上の未反映データを全て正記憶装置システム1180に書き出してから、凍結指示を出すようにするほうが良い。

【0049】図2に、本実施形態におけるデータの流れを示す。

【0050】図2(a)は、ホストコンピュータ1010が凍結指示を出していない状態、すなわち通常の状態でのデータの流れを示した図である。

【0051】ホストコンピュータ1010から送られたデータは、正ボリューム1120に書き込まれる(矢印A100)。正ボリューム1120に新たに書き込まれたデータは、正ボリューム1120から正DKC1030に読み出され、副DKC1040に転送されて、副差分ボリュームA1170に書き込まれる(矢印B110)。

【0052】任意の時点において、副ボリューム1150には、前回ホストコンピュータ1010が凍結指示を出した時点の正ボリューム1120のボリュームイメージと同一のボリュームイメージが格納されている。

【0053】図2(b)は、ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行してから、正DKC1030が全てのデータを転送したことを伝える信号(以下「全凍結データ送信済み」と称する。)を副DKC1040に発行するまでのデータの流れを示す図である。

【0054】ホストコンピュータ1010から送られたデータが、凍結指示時点のデータが既に副DKC1040に送られている正ディスク装置1130内のブロックに格納すべきデータであれば、そのまま正ボリューム1120に書き込まれる(矢印C120)。ホストコンピュータ1010から送られたデータが、まだ副DKC1040に送られていないデータを有するブロックに格納すべきデータである場合には、正差分ボリューム1140に書き込まれる(矢印D130)。

【0055】ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時点で、正ボリューム1120に格納されていたデータでまだ副DKC1040に送られていないデータを含むブロックは、正ボリューム1120から正DKC1030に読み出され、副DKC1040に転送されて、副差分ボリュームA1170に書き込まれる(矢印E140)。

【0056】正DKC1030は正ビットマップ1070の内容にしたがって、ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時点の正ボリューム1120と副ボリューム1150の差分データを全て副差分ボリュームA1170に転送する。転送が完了したら、正DKC1030は副DKC1040に対して全凍結データ転送済みを通知する。

【0057】任意の時点において、副ボリューム1150には、前回ホストコンピュータ1010が凍結の指示を出した時点で正ボリューム1120が保持しているボリュームイメージと同一内容のボリュームイメージが格納されている。

【0058】図2(c)は、正DKC1030が副DKC1040に対し全凍結データ転送済みを通知した後、正DKC1030が正差分ボリューム1140に格納されているデータに基づいて正ボリューム1120に格納されたデータを更新し、副DKC1040が副差分ボリュームA1170に格納されたデータを用いて副ボリューム1150に格納されたデータを更新するまでのデータの流れを示す図である。

【0059】ホストコンピュータ1010から転送されたデータは、正ボリューム1120に書き込まれる(矢印F150)。正ボリューム1120に格納されたデータは、正差分ボリューム1140に格納されたデータに基づいて更新される(矢印G160)。ただし、更新の対象となるデータを含むブロックが、ホストコンピュータ1010から転送されたデータに基づいて更新されている場合には、正差分ボリューム1140に格納されているデータに対応する正ボリューム1120のデータの更新は行われない。

【0060】ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行した後に、ホストコンピュータ1010から正ディスク装置1130に転送されたデータは、正ボリューム1120から正DKC1030に読み出され、副DKC1040に送られて、副差分ボリュームB1175に格納される(矢印H170)。

【0061】副DKC1040は、副差分ボリュームA1170のデータを副DKC1040に読み出し、副ボリューム1150に格納する(矢印I180)。

【0062】任意の時点において、副ボリューム1150及び副差分ボリュームA1170に格納されたデータを組み合わせることで、今回ホストコンピュータ1010が正DKC1030に凍結指示を出した時点での正ボリューム1120のボリュームイメージが再現される。

【0063】以上より、図2(a)、(b)においては、前回ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時点での正ディスク装置1120のボリュームイメージと同一内容のボリュームイメージが副ボリューム1150に存在する。図2(c)においては、凍結指示があった時点での正ディスク装置1120のボリュームイメージと同一内容のボリュームイメージを、副ボリューム1150及び副差分ボリュームA1170に格納されたデータを組み合わせて再現することができる。

【0064】つまり、いかなる場合においても、ある時点の正ディスク装置1120のボリュームイメージと矛盾しないボリュームイメージを副ディスク装置1160に用意することができる。

【0065】図3は、正DKC1030の構成を示す図である。

【0066】正DKC1030は、ホストインターフェース1210、ドライブインターフェース1230、ネットワークインターフェース1220、CPU1240、ROM1250、RAM1260及びダイレクトメモリアクセスコントローラ1270を有する。

【0067】ROM1250には、CPU1240で実行されるプログラムが格納されている。

【0068】RAM1260には、正凍結モード1060、正ビットマップ1070、正差分ビットマップ1080のデータのデータが格納されている。RAM1260はキャッシュメモリとしても使用される。CPU1240は正記憶装置システム1180の制御を行う。CPU1240では、マルチタスクを行うことが出来るオペレーティングシステムが実行されており、ライト処理2000や正凍結処理2600等を並列に処理することができる。副DKC1040も正DKC1030と同一の構成を有する。ただし、副DKC1040においては、ホストインターフェース1210は副ホストコンピュータ1020と接続され、ドライブインターフェース1230は副ディスク装置1160と接続されている。RAM1260には、副凍結モード1090、副ビットマップ1100、副差分ビットマップ1110のデータが格納されている。

【0069】図4は、ホストコンピュータ1010が正記憶装置システム1180にデータの書き込みを指示するライトコマンド及び書き込まれるデータ（以下「ライトデータ」という。）を送った時に、正DKC1030で実行されるライト処理2000のフローチャートである。

【0070】正DKC1030は、ホストインターフェース1210を介してライトデータを受領し（ステップ2010）、RAM1260に格納された正凍結モード1060がオンであるかどうかを判定する（ステップ2020）。

【0071】正凍結モード1060がオフと判定された場合、正DKC1030は、正ボリューム1120が有するブロックのうち、正DKC1030が受領したライトデータが書き込まれるブロックに対応する正ビットマップ1070のビットを1にする（ステップ2030）。

【0072】正DKC1030は、正ボリューム1120にライトデータが書き込まれるよう正ディスク装置1130を制御する（ステップ2040）。正DKC1030自身が、後述する正リモートコピー処理2200を実行中であるかどうかを判定し（ステップ2050）、実行中でなければ正DKC1030は正リモートコピー処理2200を実行した後に、実行中であれば何もせずにライト処理2000を終了する。

【0073】ステップ2020で正凍結モード1060

がオンであると判定された場合、正DKC1030は、受領したライトデータが書き込まれるブロックに対応する正ビットマップ1070のビットが1であるかどうかを判定する（ステップ2060）。対応するビットが0であればステップ2030の処理を実行する。対応するビットが1であれば、受領したライトデータが格納されるブロックであって正ボリューム1120が有するブロックに対応する正差分ビットマップ1080のビットを1にする（ステップ2070）。

【0074】正DKC1030は、受領したライトデータに正ボリューム1120内のブロック番号情報を付加し、当該データが正差分ボリューム1140に書き込まれるよう正ディスク装置1130を制御する（ステップ2080）。その後ステップ2050の処理を行う。

【0075】図5は、正DKC1030が実行する正リモートコピー処理2200のフローチャートである。

【0076】正リモートコピー処理2200は、上述したライト処理2000及び後述する正凍結処理2600に呼び出される処理である。

【0077】正DKC1030は、正ビットマップ1070のビットが1で、かつRAM1260に格納されているデータが含まれるブロックが正ボリューム1120に存在するかどうかを判定する（ステップ2230）。条件に該当するブロックが存在すると判定した場合、正DKC1030はそのブロックを特定してステップ2260の処理を行う。

【0078】条件に該当するブロックが存在しないと判定した場合、正DKC1030は、正ビットマップ1070に1のビットが存在するかどうかを判定する（ステップ2240）。正ビットマップ1070に1のビットが存在しないと判定されたら、正リモートコピー処理2200を終了する。

【0079】正ビットマップ1070に1のビットが存在すると判定した場合、正DKC1030は、正ビットマップ1070の1のビットに対応するブロックを指定して、指定されたブロックのデータを正ボリューム1120から読み出してRAM1260に格納する（ステップ2250）。

【0080】正DKC1030は、指定したブロックに対応する正ビットマップ1070のビットを0にする（ステップ2260）。正DKC1030は、読み出したデータをネットワークインターフェース1220を介して副DKC1040に転送する（ステップ2270）。

【0081】副DKC1040から受領報告を受けたら（ステップ2280）、正DKC1030は、ステップ2230の処理に戻る。

【0082】図6は、正DKC1030が副DKC1040にデータを送った場合に、副DKC1040が実行する副リモートコピー処理2400のフローチャートである。

【0083】副DKC1040は、ネットワークインター

フェース1220を介して正DKC1030から送られたデータを受領し(ステップ2410)、正DKC1030へ受領を示す報告を送信する(ステップ2420)。副DKC1040は、RAM1260に格納された副凍結モード1090の値が2であるかどうかを判定し(ステップ2430)、2でなければ副差分ボリュームA1170へ受領したデータが書き込まれるよう、副ディスク装置1160を制御する(ステップ2440)。副DKC1040は、書き込まれたデータを有するブロックに対応する副ビットマップ1100のビットを1にして、副リモートコピー処理2400を終了する(ステップ2450)。

【0084】副凍結モード1090の値が2である場合、副DKC1040は、受領したデータが副差分ボリュームB1175に書き込まれるよう副ディスク装置1160を制御する(ステップ2460)。副DKC1040は、書き込まれたデータを有するブロックに対応する副差分ビットマップ1110のビットを1にして、副リモートコピー処理2400を終了する(ステップ2470)。

【0085】図7は、ホストコンピュータ1010が凍結指示を行ったときに、正DKC1030が実行する正凍結処理2600のフローチャートである。

【0086】正DKC1030は、ホストインターフェース1210を介してホストコンピュータ1010から凍結指示を受け取ったら、RAM1260に格納されている正凍結モード1060をオンにする(ステップ2610)。正DKC1030は、副DKC1040に凍結指示を送信する(ステップ2620)。正DKC1030は、正DKC1030自身がリモートコピー処理2200を実行中であるかどうかの判定を行う(ステップ2625)。正DKC1030自身がリモートコピー処理2200を実行中であれば、正DKC1030は、しばらく(たとえば数ミリ秒)ウェイトをした後に(ステップ2635)、ステップ2640の処理を行う。正DKC1030自身がリモートコピー処理2200を実行中でなければ、正リモートコピー処理2200を行って(ステップ2630)、ステップ2640の処理を行う。ステップ2640で、正DKC1030は、正ビットマップ1070がすべて0であるかどうかを判定する。正ビットマップ1070に1を示すビットがあれば、副DKC1040へ送るべきデータがまだ正ディスク装置1130内に残っているので、正DKC1030は再度ステップ2625以下の処理を正ビットマップ1070のビットが全て0になるまで行う。

【0087】正ビットマップ1070がすべて0である場合、正DKC1030は、副DKC1040に全凍結データ送信済みを送信する(ステップ2650)。正DKC1030は、正差分ビットマップ1080の値がすべて0であるかどうかを判定する(ステップ2660)。正差分

ビットマップ1080の値が全て0でなければ、正DKC1030は、正差分ボリューム1140から正差分ビットマップ1080のビットが1であるブロックのデータを読み出し(ステップ2670)、正ボリューム1120の対応するブロックに書き込むよう、正ディスク装置1130を制御する(ステップ2680)。正DKC1030は、書き込まれたデータを含むブロックに対応する正差分ビットマップ1080のビットを0にし(ステップ2690)、正ビットマップ1070の対応するビットを1にして、ステップ2660の処理に戻る(ステップ2695)。

【0088】ステップ2660で、正差分ビットマップ1080の値がすべて0であると判定された場合、正DKC1030は、副DKC1040からの完了報告を待つ(ステップ2700)。副DKC1040から送信される完了報告を受け取ったら(ステップ2710)、正DKC1030は、RAM1260に格納されている正凍結モード1060をオフとし(ステップ2720)、ホストコンピュータ1010に凍結処理完了報告を示す信号を送信して、正凍結処理2600を終了する(ステップ2730)。

【0089】ステップ2650が終了した段階ですぐにステップ2700の処理を行い、正差分ボリュームの更新処理(ステップ2660～2695)は正凍結処理終了後に実行されても良い。

【0090】図8は、正DKC1030が副DKC1040に凍結指示を行ったときに、副DKC1040が実行する副凍結処理2800のフローチャートである。

【0091】副DKC1040は、正DKC1030から凍結指示の信号を受け取ったら、RAM1260に格納されている副凍結モード1090を1にし(ステップ2810)、正DKC1030より全凍結データ送信済みが送信されるのを待つ(ステップ2820)。正DKC1030より全凍結データ送信済みを受け取ったら、副DKC1040は、副凍結モード1090を2にする(ステップ2825)。副DKC1040は、RAM1260に格納されている副ビットマップ1100の対応するビットが1でかつRAM1260上にデータのあるブロックがあるかどうかを判定する(ステップ2830)。該当するブロックがRAM1260上に存在すると判定されたら、副DKC1040は、ステップ2860の処理を行う。該当するブロックが存在しないと判定されたら、対応する副ビットマップ1100のビットが1であるブロックがあるかどうかを判定する(ステップ2840)。

【0092】対応する副ビットマップ1100のビットが1であるブロックがあると判定されたら、副DKC1040は、副差分ボリュームA1170より、1であるビットに対応するデータをRAM1260に読み込み(ステップ2850)、RAM1260に読み込んだデータに対応する副ボリューム1150のブロックに当該デー

タを書き込む（ステップ2860）。副DKC1040は、書き込みが終了したデータに対応する副ビットマップ1100のビットを0にして（ステップ2870）、ステップ2830の処理に戻る。

【0093】ステップ2840で副ビットマップ1100のビットが1であるブロックが無いと判定された場合、副DKC1040は、副凍結モード1090を0とし（ステップ2880）、正DKC1030に副凍結処理の完了報告を送信して（ステップ2890）、副凍結処理2800を終了する。

【0094】図9は、ホストコンピュータ1010及び正記憶装置システム1180が災害などのために全く使用不可能となった場合に、副ホストコンピュータ1020の指示に基づいて副DKC1040が行う副復旧処理3000のフローチャートである。

【0095】副ホストコンピュータ1020からの指示を受領したら、副DKC1040は、副凍結モード1090が1かどうかを判定する（ステップ3010）。副凍結モード1090が1であれば、副DKC1040は、副DKC1040自身が実行中の副凍結処理2800を中断し（ステップ3040）、副凍結モードを0にする（ステップ3050）。副DKC1040は、副差分ビットマップの値を全て0に初期化し（ステップ3060）、副差分ボリュームA1170及び副差分ボリュームB1175が有する情報を消去する（ステップ3070）。副DKC1040は、副ホストコンピュータ1020に完了報告を送信し（ステップ3080）、副復旧処理3000を終了する。

【0096】ステップ3010で副凍結モード1090が1でないと判定された場合、副DKC1040は、副凍結モード1090が0であるかどうかを判定する（ステップ3020）。副凍結モード1090が0であれば、副DKC1040は、ステップ3060の処理を行い、副凍結モード1090が0でなければ、副凍結モード1090が0になるのを待ってステップ3020の処理を行う（ステップ3030）。

【0097】副復旧処理3000によって、副ボリューム1150には、前回あるいは今回ホストコンピュータ1010より正DKC1030への凍結指示があった時点での正ボリューム1120のボリュームイメージの複製が行われ、副ホストコンピュータ1020はそれを自由に使うことができる。

【0098】図10は、ホストコンピュータ1010が正記憶装置システム1180に対してデータのリードコマンドを発行したときに、正DKC1030が実行するリード処理3200のフローチャートである。

【0099】ホストコンピュータ1010から発行されたリードコマンドを受領すると、正DKC1030は、ホストコンピュータ1010から要求されたデータがRAM1260に存在するか否かを判定する（ステップ32

05）。要求されたデータがRAM1260に存在しないと判定されたら、正DKC1030は、正凍結モード1060を調べる（ステップ3210）。正凍結モード1060がオフであれば、正DKC1030は、正ボリューム1120から要求されたデータを読み出し（ステップ3220）、ホストコンピュータ1010にそのデータを転送してリード処理3200を終了する（ステップ3230）。

【0100】ステップ3210で正凍結モード1060がオンであると判定された場合、正DKC1030は、ホストコンピュータ1010から要求されたデータに対応する正差分ビットマップ1080のビットが1であるかどうかを判定する（ステップ3240）。対応するビットが0であれば、正DKC1030は、ステップ3220の処理を行う。対応するビットが1であれば、正DKC1030は、ホストコンピュータ1010から要求されたデータを正差分ボリューム1140から探して読み出し、ステップ3230の処理を行う（ステップ3250）。

【0101】ステップ3205で、要求されたデータがRAM1260に存在すると判定されたら、正DKC1030はステップ3230の処理を行う。

【0102】図11は、コンピューターシステム1000が有する各装置間における凍結指示の授受を示す図である。図11では、縦が時間軸になっており、図面の下部に行くほど時間が経過することを意味する。

【0103】ホストコンピュータ1010は、正DKC1030に凍結指示を出し、正DKC1030はそれを受けて副DKC1040に凍結指示を出す。

【0104】正DKC1030は、凍結指示を受けた時点での正ボリューム1120のボリュームイメージを副DKC1040に転送し終わったら、副DKC1040に対して全凍結データ転送済みを送信する。

【0105】副DKC1040は、凍結指示時点での正ボリューム1120のデータを副ボリューム1150に反映し、データの反映が終了したら、正DKC1030に凍結完了を報告する。正DKC1030はそれを受けて、ホストコンピュータ1010に凍結完了を報告する。

【0106】本実施形態の構成とすることで、正ディスク装置に保持されているデータと矛盾しないデータを副ディスク装置に保持することができ、データ破壊等があった場合にも、データの損失を減少させることができる。つまり、副記憶装置システム1190は、凍結指示時点のデータを持つと同時に、それ以降ライトされたデータを差分データとして保持する。この凍結を定期的に行うことで、何らかの原因で正記憶装置システム1180のデータが使えなくなった場合、前回凍結された時点の全てのデータを副記憶装置システム1190から得ることができる。尚、本実施形態では、正ディスク装置1130の内部に複数のボリュームがあるとして説明した

が、正記憶装置システム1180内に複数のディスク装置があって、それぞれがボリュームの役目を担ってもよい。副ディスク装置1160についても、同様である。

【0107】図12は、本発明が適用されたコンピュータシステム1000の第2の実施形態を示す図である。本実施形態は、ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時のボリュームイメージのコピーを正ディスク装置1130内にいったん作成し、作成されたボリュームから副DKCにデータを転送する点が、第一の実施形態とは異なる。副記憶装置システムに二つのボリュームを用意し、一つは正ディスク装置1130と無矛盾のボリュームを保持するために使用するボリュームとする点でも第一の実施形態と異なる。

【0108】以下、第1の実施形態のコンピュータシステム1000と異なる点について説明する。説明されない部分については、第一の実施形態と同様の構成を有するものとし、同一の符号が与えられている。

【0109】正ディスク装置1130'は、正正ボリューム1300及び正副ボリューム1310を有する。正正ボリューム1300には、ホストコンピュータ1010から転送されるデータが格納される。正副ボリューム1310は、凍結指示があった時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージを複製する際に使用される。正正ボリューム1300及び正副ボリューム1310が有するブロックは、一対一に対応している。

【0110】正DKC1030'は、正ビットマップA1340、正ビットマップB1350、正ビットマップC1360をRAM1260に有する。

【0111】正ビットマップA1340は、含まれるビットが1である場合には、そのビットに対応するブロックについては、正正ボリューム1300と正副ボリューム1310で格納されているデータの内容が異なることを示す。

【0112】正ビットマップB1350も正正ボリューム1300と正副ボリューム1310との差を示すが、ホストコンピュータ1010から凍結指示が送信された後に正正ボリューム1300に書き込みが行われたブロックに対応するビットのみ1になる。正ビットマップC1360は、正副ボリューム1310と副正ボリューム1320に格納されたデータの内容に差があることを示す。副ディスク装置1160'は、副正ボリューム1320と副副ボリューム1330を有する。副正ボリューム1320には、正DKC1030'から転送されたデータが書き込まれる。副副ボリューム1330には、前回凍結処理が行われた時点における正正ボリューム1300のボリュームイメージが構築される。

【0113】副DKC1040'は、副正ボリューム1320と副副ボリューム1330の差分を示す副ビットマップA1370をRAM1260に有する。本実施形態において副凍結モード1090は使用されない。

【0114】図13は、本実施例に対応するデータの流れを示す図である。

【0115】図13(a)に、ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行していない場合のデータの流れを示す。

【0116】ホストコンピュータ1010から転送されたデータは、正正ボリューム1300に書き込まれる(矢印J190)。副副ボリューム1330には、前回ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行した時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージが格納されているとする。

【0117】図13(b)に、ホストコンピュータ1010が凍結指示を出してから、正記憶装置システム1180が凍結指示時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージのコピーを正副ボリューム1310に作成するまでの間のデータの流れを示す。

【0118】正ディスク装置1130は、正正ボリューム1300から正副ボリューム1310へデータのコピーを行う(矢印L210)。正DKC1030'が受け取ったデータは、正正ボリューム1300に書き込まれる(矢印K200)が、正副ボリューム1310へのコピーがまだ行われていないブロックに対する書き込みであった場合には、矢印L210に示されるデータのコピー処理が終了してから、正正ボリューム1300にデータが書き込まれる。

【0119】図13(c)に、ホストコンピュータ1010が凍結指示を行った時点での正正ボリューム1300のボリュームイメージが正副ボリューム1310に作成されてから、正副ボリューム1310に作成されたボリュームイメージが副DKC1040'が管理する副正ボリューム1320に作成されるまでの間のデータの流れを示す。ホストコンピュータ1010から転送されたデータは、正正ボリューム1300に書き込まれる(矢印M220)。データが正正ボリュームに書き込まれている間に、正副ボリューム1310のデータは正DKC1030'に読み出され、副DKC1040'に転送されて、副正ボリューム1320に書き込まれる(矢印N220)。

【0120】図13(d)に、副正ボリューム1320に、ホストコンピュータ1010が凍結指示を出した時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージが作成されてから、それが副副ボリューム1330にコピーされるまでの間のデータの流れを示す。

【0121】ホストコンピュータ1010から転送されるデータは、正正ボリューム1300に書き込まれる(矢印O240)。副DKC1040'が、副正ボリューム1320から副副ボリューム1330へのデータのコピーを制御する(矢印P250)。

【0122】本実施形態においては、正正ボリューム1300のボリュームイメージを複製するためのデータのコピーは、コピー元ボリュームとコピー先ボリュームに

格納されているデータのうち、異なるデータのみを差分コピーする形態で行う。図13(a)、(b)、(c)において、副副ボリューム1330は、前回ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行した時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージを保持している。図13(d)において、副正ボリューム1320は、今回ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行した時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージを保持することになる。したがって、ある時点における正正ボリューム1300のボリュームイメージがどの場合においても保持されていることとなる。

【0123】図14は、本実施形態のコンピュータシステム1000における凍結指示の流れを示す図である。本図においては縦が時間軸になっており、図面の下に行くほど時間が経過することを意味する。

【0124】ホストコンピュータ1010は、正DKC1030'に凍結指示を出す。凍結指示を受け取ると、正DKC1030'は、凍結指示があった時点で正正ボリューム1300に格納されているデータを全て正副ボリューム1310に差分コピー（以下、「split」と称する。）する。差分コピーが終了すると、正DKC1030'は、正副ボリューム1310のデータを読み出して、副DKC1040'に送信する。副DKC1040'は、正DKC1030'から受け取ったデータを副正ボリューム1320に書き込む。正DKC1030'は、副DKC1040'に対して凍結指示を発行する。凍結指示を受け取った副DKC1040'は、副正ボリューム1320のボリュームイメージを副副ボリューム1330にsplitする。Splitが終了したら、副DKC1040'は、正DKC1030'に凍結完了を送信し、凍結完了を受け取った正DKC1030'は、ホストコンピュータ1010に凍結完了を報告する。

【0125】図15は、ホストコンピュータ1010が正記憶装置システム1180にデータを転送したときに、正DKC1030'が実行するライト処理A3400のフローチャートである。

【0126】正DKC1030'は、ホストコンピュータ1010よりライトデータを受領し（ステップ3410）、正凍結モード1060がオンかどうかを判定する（ステップ3420）。正凍結モード1060がオンならば、正DKC1030'は、転送されたデータを格納するブロックに対応する正ビットマップA1340のビットが1かどうかを判定する（ステップ3430）。正ビットマップA1340のビットが0であれば、正DKC1030'は、ステップ347の処理を行う。正ビットマップA1340のビットが1であれば、正DKC1030'は、1のビットに対応するブロックに格納されているデータを正正ボリューム1300から正副ボリューム1310にコピーするように正ディスク装置1130を制御する（ステップ3440）。コピーが終了したら、

正DKC1030'は、正ビットマップA1340の対応ビットを0とし（ステップ3450）、正ビットマップC1360の対応ビットを1にする（ステップ3460）。正DKC1030'は、転送されたデータを格納するブロックに対応する正ビットマップB1350のビットを1として（ステップ3470）、ライトデータを正正ボリューム1300の対応するブロックに書き込んでライト処理A3400を終了する（ステップ3480）。

【0127】ステップ3420で正凍結モードがオフであると判定した場合、正DKC1030'は、対応する正ビットマップAのビットを1としてステップ3480の処理を行う（ステップ3490）。

【0128】図16は、ホストコンピュータ1010が正DKC1030'に凍結指示を発行したときに、正DKC1030'が実行する正凍結処理A3600のフローチャートである。

【0129】正DKC1030'は、ホストコンピュータ1010より凍結指示を受領すると（ステップ3610）、正凍結モードをオンとして（ステップ3620）、正ビットマップA1340のビットが全て0かどうかを判定する（ステップ3630）。

【0130】ステップ3630で正ビットマップA1340のビットが全て0ではないと判定した場合、正DKC1030'は、正ビットマップA1340でビットが1となっているブロックを指定する（ステップ3640）。正DKC1030'は、正正ボリューム1300の指定されたブロックを読み出し、正副ボリューム1310にコピーするように、正ディスク装置1130'を制御する（ステップ3650）。指定されたブロックのコピーが終了したら、正DKC1030'は、正ビットマップA1340の対応するビットを0とし（ステップ3660）、正ビットマップC1360の対応するビットを1としてステップ3630の処理に戻る（ステップ3670）。

【0131】ステップ3630で正ビットマップA1340のビットが全て0ではないと判定した場合、正DKC1030'は、正ビットマップC1360のビットが全て0であるかどうかを判定する（ステップ3680）。正ビットマップC1360のビットが全て0ではないと判定した場合、正DKC1030'は、正ビットマップC1360の1であるビットを選択し（ステップ3690）、正副ボリューム1310のビットに対応するブロックを読み出し、副DKC1040'に送信する（ステップ3700）。正DKC1030'は正ビットマップC1360の対応するビットを0としてステップ3680の処理に戻る（ステップ3710）。

【0132】ステップ3680で正ビットマップC1360のビットが全て0であると判定した場合、正DKC1030'は、副DKC1040'に凍結指示を発行し（ス

テップ3720)、副DKC1040' から凍結完了報告が来るのを待つ(ステップ3730)。副DKC1040' から凍結完了報告を受領したら(ステップ3740)、正DKC1030' は、正ビットマップB1350の内容を正ビットマップA1340にコピーし(ステップ3750)、正ビットマップB1350を全て0にする(ステップ3760)。正DKC1030' は、正凍結モード1060をオフとし(ステップ3770)、ホストコンピュータ1010に凍結完了報告を送信して正凍結処理A3600を終了する(ステップ3780)。

【0133】図17は、正DKC1030' が、正凍結処理A3600のステップ3700で副DKC1040' に対してリモートコピーの処理を行ったときに、副DKC1040' が実行する副リモートコピー処理A3800のフローチャートである。

【0134】正DKC1030' よりデータを受領したら(ステップ3810)、副DKC1040' は、受領したデータを副正ボリューム1320の対応するブロックに書き込むよう、副ディスク装置1160を制御する(ステップ3820)。データの書き込みが終了したら、副DKC1040' は、副ビットマップA1370の対応するビットを1として副リモートコピー処理A3800を終了する(ステップ3830)。

【0135】図18は、正DKC1030' が副DKC1040' に凍結指示を発行したとき、副DKC1040' が実行する副凍結処理A4000のフローチャートである。

【0136】正DKC1030' から凍結指示を受領した副DKC1040' は、副ビットマップA1370が全て0であるかどうかを判定する(ステップ4010)。副ビットマップA1370が全て0ではないと判定した場合、副DKC1040' は、副ビットマップA1370の1であるビットに対応する副正ボリューム1320のブロックを選択し(ステップ4020)、そのブロックを読み出し、副副ボリューム1330の対応ブロックにコピーするよう、副ディスク装置1160' を制御する(ステップ4030)。対応するブロックのコピーが終了したら、副DKC1040' は、副ビットマップA1370の対応するビットを0としてステップ4010の処理に戻る(ステップ4040)。

【0137】ステップ4010で副ビットマップA1370が全て0であると判定した場合、副DKC1040' は、正DKC1030' へ凍結完了を送信し、副凍結処理A4000を終了する(ステップ4050)。

【0138】本実施形態では、前回ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージが、副副ボリューム1330あるいは副正ボリューム1320に格納されているため、副復旧処理3000に相当する処理は不要である。ホストコンピュータ1010からリード要求があった場合には、第一の実施形態のような処理を行う必要はな

く、単に正正ボリューム1300のデータを転送すればいい。

【0139】図19は、本発明を適用したコンピュータシステム1000の第三の実施形態の構成を示す図である。

【0140】本実施形態は、第二の実施形態では、図13の中で図13(c)でしかリモートコピーを行っておらず、ネットワークを有効に使うことができなかった点を改良したものである。以下、第二の実施形態と異なる点についてのみ説明する。

【0141】正DKC1030' は、正ビットマップD1380をRAM1260に有する。

【0142】正ビットマップD1380は、正副ボリューム1310にまだコピーされていない正正ボリューム1300に格納されたデータで、かつ凍結指示が出される前に副正ボリューム1320にリモートコピーされたブロックを示す。

【0143】副DKC1040' は、副ビットマップB1390を有する。副ビットマップB1390は、今回凍結指示があった以降、さらに次の凍結指示が出される前に、正DKC1030' から副正ボリューム1320にリモートコピーされたブロックを示す。

【0144】本実施形態において、正凍結モード1060は0から3までの整数値をとる。副凍結モード1090はオン・オフのいずれかを示す。

【0145】図20は、本実施形態のコンピュータシステム1000におけるデータの流れを示す図である。以下、第二の実施形態を適用したコンピュータシステム1000におけるデータの流れを示した図13と比較しながら説明する。

【0146】図20(a)において、ホストコンピュータ1010から正正ボリューム1300に書き込まれたデータは、ホストコンピュータ1010が凍結指示を発行する前に、先行して副DKC1040' に転送される(矢印R270)。矢印Q260は、図13の矢印J190に相当する。

【0147】図20(b)の矢印S280及び矢印T290は、それぞれ図13(b)に示される矢印K200、矢印L210に対応するデータの流れを示す。正副ボリューム1310にコピー(矢印T290)されたデータで、まだ副正ボリューム1320に送られていないものは、正副ボリューム1310の該当するブロックから正DKC1030' を介して副DKC1040' に転送されて、副正ボリューム1320に書き込まれる(矢印U300)。図20(c)に示す矢印V310及び矢印W320は、それぞれ図13(c)に示す矢印M220及び矢印N230に対応している。

【0148】図20(d)に示す矢印X330及びZ350は、それぞれ図13にて示した矢印O240及び矢印P250に対応している。正正ボリューム1300に新たに書き

込まれたデータ(矢印X330)は、ホストコンピュータ1010の次の凍結指示が発行される前に先行して副正ボリューム1320にコピーされる(矢印Y340)。副正ボリューム1320から副副ボリューム1300へまだコピーされていないブロックに対するデータを、副DKC1040' 'が正DKC1030' 'より受け取った場合には、副DKC1040' 'は、いったん受け取ったデータを含むブロックを副正ボリューム1320から副副ボリューム1330にコピーする(矢印Z350)。その後、副DKC1040' 'は、副正ボリューム1320の対応するブロックにデータが書き込まれる様に、副ディスク装置1160'を制御する。

【0149】図21は、本実施形態を適用したコンピュータシステム1000における凍結指示の流れを示す図である。縦が時間軸になっており、図の下に行くほど時間が経過することを意味する。

【0150】図14と比較すると、より長い時間リモートコピーが行われている点が異なる。

【0151】図22は、ホストコンピュータ1010から正記憶装置システム1180にデータが転送されたときに、正DKC1030' 'が実行するライト処理B4200のフローチャートである。

【0152】正DKC1030' 'は、ホストコンピュータ1010よりライトデータを受領した(ステップ4210)、正凍結モード1060が0であるかどうかを判定する(ステップ4220)。正凍結モード1060が0でなければ、正DKC1030' 'は、正凍結モード1060が1であるかどうかを判定する(ステップ4230)。正凍結モード1060が1でなければ、正DKC1030' 'は、正凍結モード1060が2であるかどうかを判定する(ステップ4240)。正凍結モード1060が2であれば、正DKC1030' 'は、ステップ4260の処理を実行し、2でなければ(つまり3であれば)、正DKC1030' 'は、転送されたブロックに対応する正ビットマップD1380のビットを0とする(ステップ4250)。正DKC1030' 'は、正ビットマップA1340のライトデータに対応するビットを1として(ステップ4260)、正正ボリューム1300の対応するブロックにライトデータを格納するよう正ディスク装置1130'を制御して、正ライト処理B4200を終了する(ステップ4270)。

【0153】ステップ4220で正凍結モード1060が0であると判定した場合、正DKC1030' 'は、正ビットマップC1380の対応するビットを0としてステップ4250の処理を行う(ステップ4280)。

【0154】ステップ4230で正凍結モード1060が1であると判定した場合、正DKC1030' 'は、正ビットマップA1340の対応するビットが1であるかどうかを判定する(ステップ4290)。対応するビットが0であったら、正DKC1030' 'は、ステップ4

330の処理を行い、1であったら、ビットに対応する正正ボリューム1300のブロックのデータを正副ボリューム1310の対応するブロックにコピーするように、正ディスク装置1160'を制御する(ステップ4300)。正DKC1030' 'は、コピーされたデータに対応する正ビットマップA1340のビットを0とする(ステップ4310)。正DKC1030' 'は、コピーされたデータに対応する正ビットマップC1360のビットを1とする(ステップ4320)。正DKC1030' 'は、コピーされたデータに対応する正ビットマップB1350のビットを1として(ステップ4330)、ステップ4270の処理に戻る。

【0155】図23は、ホストコンピュータ1010が正DKC1030' 'に凍結指示を発行したときに正DKC1030' 'が実行する正凍結処理B4400のフローチャートである。

【0156】正DKC1030' 'は、ホストコンピュータ1010より凍結指示を受領すると(ステップ4410)、正凍結モード1060を1として、正凍結処理B4400を終了する(ステップ4420)。

【0157】図24は、正記憶装置システム1180の電源が入れられた時に正DKC1030' 'で起動され、その後、正DKC1030' 'が一つのタスクとしてずっと実行している正コピー処理4600のフローチャートである。

【0158】正DKC1030' 'は、正凍結モード1060が1であるかどうかを判定する(ステップ4610)。正凍結モード1060が1であれば、正ビットマップA1340に含まれるビットに1のビットがあるかどうかを判定する(ステップ4620)。正ビットマップA1340に1のビットがあれば、正DKC1030' 'は、そのビットに対応するブロックを選択し(ステップ4630)、選択された正正ボリューム1300のビットに対応するブロックのデータを、正副ボリューム1310の対応するブロックにコピーするよう、正ディスク装置1130'を制御する(ステップ4640)。コピーが終了したら、正DKC1030' 'は、正ビットマップA1340の対応するビットを0とし(ステップ4650)、正ビットマップC1360の対応するビットを1として、ステップ4620の処理に戻る(ステップ4660)。

【0159】ステップ4610で正凍結モードが1ではないと判定した場合、正DKC1030' 'は、ステップ4680の処理を行う。

【0160】ステップ4620で正ビットマップA1340に1のビットが無いと判定した場合、正DKC1030' 'は、正凍結モード1060を2とし(ステップ4670)、しばらく(数ミリ秒程度)ウェイトしてステップ4610の処理に戻る(ステップ4680)。

【0161】図25は、正記憶装置システム1180の

電源が入れられた時に正DKC1030' ' で起動され、正DKC1030' ' 一つのタスクとして実行している正リモートコピー処理4800のフローチャートである。

【0162】正DKC1030' ' は、正凍結モード1060が0あるいは3であるかどうかを判定する(ステップ4810)。正凍結モード1060が0あるいは3であった場合、正ビットマップA1340のビットが1であるブロックがあるかどうかを判定し(ステップ4820)、あればそのブロックを選択する(ステップ4830)。正DKC1030' ' は、選択したブロックに対応する正ビットマップD1380のビットを1として(ステップ4840)、正正ボリューム1300より対応するブロックを読み出し、副DKC1040' ' に転送する(ステップ4850)。正DKC1030' ' は、副DKC1040' ' よりデータの受領報告を受け取り、ステップ4810の処理に戻る(ステップ4860)。

【0163】ステップ4820で正ビットマップA1340のビットが1であるブロックが無いと判定した場合、正DKC1030' ' は、しばらく(数ミリ秒程度)ウェイトし、ステップ4810の処理に戻る(ステップ4870)。

【0164】ステップ4810で正凍結モード1060が0でも3でも無いと判定した場合、正DKC1030' ' は、正ビットマップC1360が1で、かつ正ビットマップD1380が0であるブロックがあるかどうかを判定する(ステップ4880)。条件を満たすブロックがあれば、正DKC1030' ' は、そのブロックを選択し(ステップ4890)、正ビットマップC1360の対応するビットを0とする(ステップ4900)。正DKC1030' ' は、正副ボリューム1310より選択したブロックを読み出し、副DKC1040' ' に転送する(ステップ4910)。正DKC1030' ' は、副DKC1040' ' よりデータの受領報告を受け取り、ステップ4810の処理に戻る(ステップ4920)。

【0165】ステップ4880で、正ビットマップC1360が1でかつ正ビットマップD1380が0であるブロックが存在しないと判定した場合、正DKC1030' ' は、正凍結モード1060が2であるかどうかを判定する(ステップ4930)。正凍結モード1060が2であれば、正DKC1030' ' は、正ビットマップD1380を全て0にクリアし(ステップ4940)、正凍結モード1060を3とし(ステップ4950)、副DKC1040' ' に凍結指示を発行してステップ4810の処理へ戻る(ステップ4960)。

【0166】ステップ4930で正凍結モード1060が2でないと判定した場合、正DKC1030' ' は、しばらく(数ミリ秒程度)ウェイトし、ステップ4810の処理に戻る(ステップ4970)。

【0167】図26は、副DKC1040' ' から凍結完了報告を受領したときに正DKC1030' ' が実行する

正凍結完了処理5000のフローチャートである。

【0168】正DKC1030' ' は、副DKC1040' ' から凍結完了報告を受領すると(ステップ5010)、正凍結モード1060を0とし(ステップ5020)、ホストコンピュータ1010に対して凍結完了報告を行って、正凍結完了処理5000を終了する(ステップ5030)。

【0169】図27は、正DKC1030' ' が副DKC1040' ' に対して凍結指示を発行したときに、副DKC1040' ' が実行する副凍結処理5200のフローチャートである。

【0170】副DKC1040' ' は、正DKC1030' ' より凍結指示を受領すると(ステップ5210)、副凍結モード1090をオンとして(ステップ5220)、副ビットマップA1370に1のビットがあるかどうかを判定する(ステップ5230)。副ビットマップA1370に1のビットがある場合、副DKC1040' ' は、そのビットに対応するブロックを選択し(ステップ5240)、副正ボリューム1320の選択されたブロックを読み出し、副副ボリューム1330の対応するブロックにコピーするよう副ディスク装置1160' を制御する(ステップ5250)。副DKC1040' ' は、副ビットマップA1370の対応するビットを0として、ステップ5230の処理に戻る(ステップ5260)。

【0171】ステップ5230で副ビットマップA1370に1のビットが無いと判定した場合、副DKC1040' ' は、副ビットマップB1390を副ビットマップA1370にコピーし(ステップ5270)、副ビットマップB1390を全て0にクリアする(ステップ5280)。副DKC1040' ' は、副凍結モード1090をオフにし(ステップ5290)、正DKC1040' ' に対して凍結完了報告を行って副凍結処理5200を終了する(ステップ5300)。

【0172】図28は、正リモートコピー処理B4800におけるステップ4910で、正DKC1030' ' が副DKC1040' ' に対してデータのリモートコピーを行ったときに、副DKC1040' ' が実行する副リモートコピー処理B5400のフローチャートである。

【0173】副DKC1040' ' は、正DKC1030' ' よりデータを受領すると(ステップ5410)、正DKC1030' ' ヘデータの受領を報告する(ステップ5420)。その後、副DKC1040' ' は、副凍結モード1090がオンであるかどうかを判定する(ステップ5430)。副凍結モードがオンであれば、副DKC1040' ' は、副ビットマップA1370に1のビットがあるかどうかを判定する(ステップ5440)。副ビットマップA1370に1のビットが無い場合、副DKC1040' ' は、ステップ5470の処理を行う。副ビットマップA1370に1のビットがある場合、副DKC10

40' は、1のビットに対応する副正ボリューム1320のブロックを読み出し、副副ボリューム1330の対応するブロックにコピーするように副ディスク装置1160' を制御する(ステップ5450)。副DKC1040' は、副ビットマップA1370の対応するビットを0とし(ステップ5460)、副ビットマップB1390の対応するビットを1にする(ステップ5470)。副DKC1040' は、受領したデータを副正ボリューム1320に書き込むよう副ディスク装置1160' を制御し、副リモートコピー処理B5400を終了する(ステップ5480)。

【0174】ステップ5430で副凍結モード1090がオフであると判定した場合、副DKC1040' は、副ビットマップA1370の対応するビットを1としてステップ5480の処理を行う(ステップ5490)。

【0175】本実施形態では、前回ホストコンピュータ1010から凍結指示があった時点の正正ボリューム1300のボリュームイメージを、副副ボリューム1330、あるいは副副ボリューム1330及び副正ボリューム1320に格納されたデータの組み合わせとして保持しているので、副復旧処理3000に相当する処理は不要である。ホストコンピュータ1010からデータのリード要求があった場合には、正正ボリューム1300のデータを転送すればいい。

【0176】次に、第四の実施形態について説明する。

【0177】第四の実施形態は、正記憶装置システム1130から副記憶装置システム1160へ転送されるデータが暗号化されている点が他の実施形態と異なる。以下、第二の実施形態に基づいて第四の実施形態を説明する。ただし、第一及び第三の実施形態においても、本実施形態を採用することが出来るのは論を待たない。本実施形態においては、正正ボリューム1300から正副ボリューム1310にデータが転送される際に、転送されるデータが暗号化(符号化)される。また、正副ボリューム1310から副正ボリューム1320にはその暗号化されたデータが転送され、副正ボリューム1320から副副ボリューム1330に暗号化されたデータがコピーされる際にデータが復号化される。このようにすることで、ネットワーク1050上では暗号化されたデータが転送されることになる。以下、第二の実施形態と異なる点についてのみ説明する。

【0178】本実施形態では、図13(b)において、正正ボリューム1300から正副ボリューム1310にデータを暗号化(符号化)しながらコピーが行われる(矢印L210)。

【0179】又、図13(d)において、副DKC1040' では、副正ボリュームから副副ボリューム1330に、暗号化されたデータを復号しながらデータコピーが行われる(矢印P250)。

【0180】図14においては、正DKC1030' がspl

itする時に格納データが暗号化される。また、副DKC1040' がsplitする時に、暗号化されている格納データが復号化される。

【0181】図15に示すステップ3440では、正DKC1030' は、対応するブロックに格納されているデータを正正ボリューム1300から正副ボリューム1310に暗号化してコピーする。

【0182】図16に示すステップ3650では、正DKC1030' は、正正ボリューム1300の該当ブロックを読み出して暗号化し、正副ボリューム1310に暗号化したデータをコピーするよう、正ディスク装置1130' を制御する。

【0183】図18に示すステップ4030では、副DKC1040' は、副正ボリューム1320の対応するブロックを副DKC1040' に読み出し、暗号化されているデータを復号化して、副副ボリューム1330の対応ブロックにコピーをするよう、副ディスク装置1160' を制御する。

【0184】本実施例の構成とすることで、転送するデータの安全性を確保しながら、凍結時におけるボリュームイメージを、いずれかのディスク装置に確保することが出来る。

【0185】

【発明の効果】本発明の構成により、順序無保証のリモートコピーを行う場合にも、整合性の取れたボリュームイメージを確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態を適用したコンピューターシステムの構成図である。

【図2】第1の実施形態におけるデータのフロー図である。

【図3】DKCの内部構成を示す図である。

【図4】第1の実施形態におけるライト処理のフローチャートである。

【図5】第1の実施形態における正リモートコピー処理のフローチャートである。

【図6】第1の実施形態における副リモートコピー処理のフローチャートである。

【図7】第1の実施形態における正凍結処理のフローチャートである。

【図8】第1の実施形態における副凍結処理のフローチャートである。

【図9】第1の実施形態における副復旧処理のフローチャートである。

【図10】第1の実施形態におけるリード処理のフローチャートである。

【図11】第1の実施形態に対応する凍結指示の流れ図である。

【図12】第2の実施形態のコンピューターシステムの構成図である。

【図13】第2の実施形態におけるデータの流れ図である。

【図14】第2の実施形態における凍結指示の流れ図である。

【図15】第2の実施形態におけるライト処理Aのフローチャートである。

【図16】第2の実施形態における正凍結処理Aのフローチャートである。

【図17】第2の実施形態における副リモートコピー処理Aのフローチャートである。

【図18】第2の実施形態における副凍結処理Aのフローチャートである。

【図19】第3の実施形態のコンピュータシステムの構成図である。

【図20】第3の実施形態におけるデータの流れ図である。

【図21】第3の実施形態における凍結指示の流れ図である。

【図22】第3の実施形態における正ライト処理Bのフローチャートである。

【図23】第3の実施形態における正凍結処理Bのフローチャートである。

【図24】第3の実施形態における正コピー処理Bのフローチャートである。

【図25】第3の実施形態における正リモートコピー処理Bのフローチャートである。

【図26】第3の実施形態における正凍結完了処理のフローチャートである。

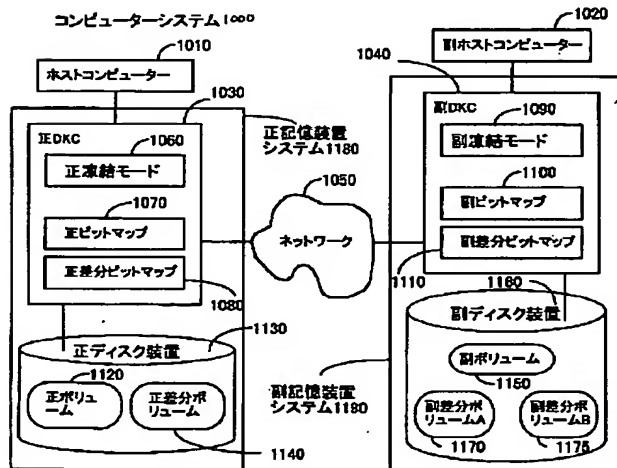
【図27】第3の実施形態における副凍結処理のフローチャートである。

【図28】第3の実施形態における副リモートコピー処理Bのフローチャートである。

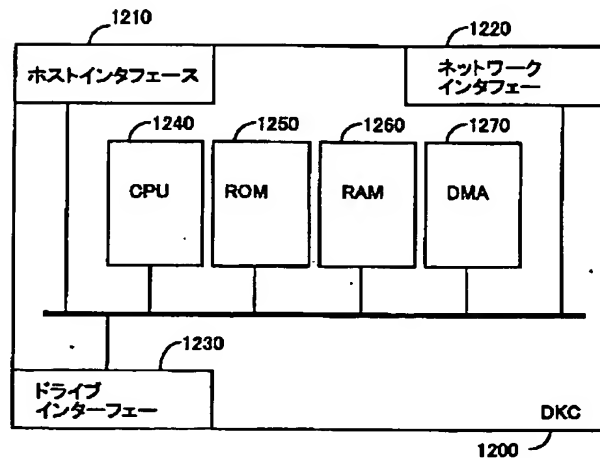
【符号の説明】

1000…コンピュータシステム、1010…ホストコンピュータ、1030、1030'、1030''…正DKC1040、1040'、1040''…副DKC、1060…正凍結モード、1070…正ビットマップ、1080…正差分ビットマップ、1090…副凍結モード、1100…副ビットマップ、1110…副差分ビットマップ、1120…正ボリューム、1140…正差分ボリューム、1150…副ボリューム、1170…副差分ボリューム

【図1】

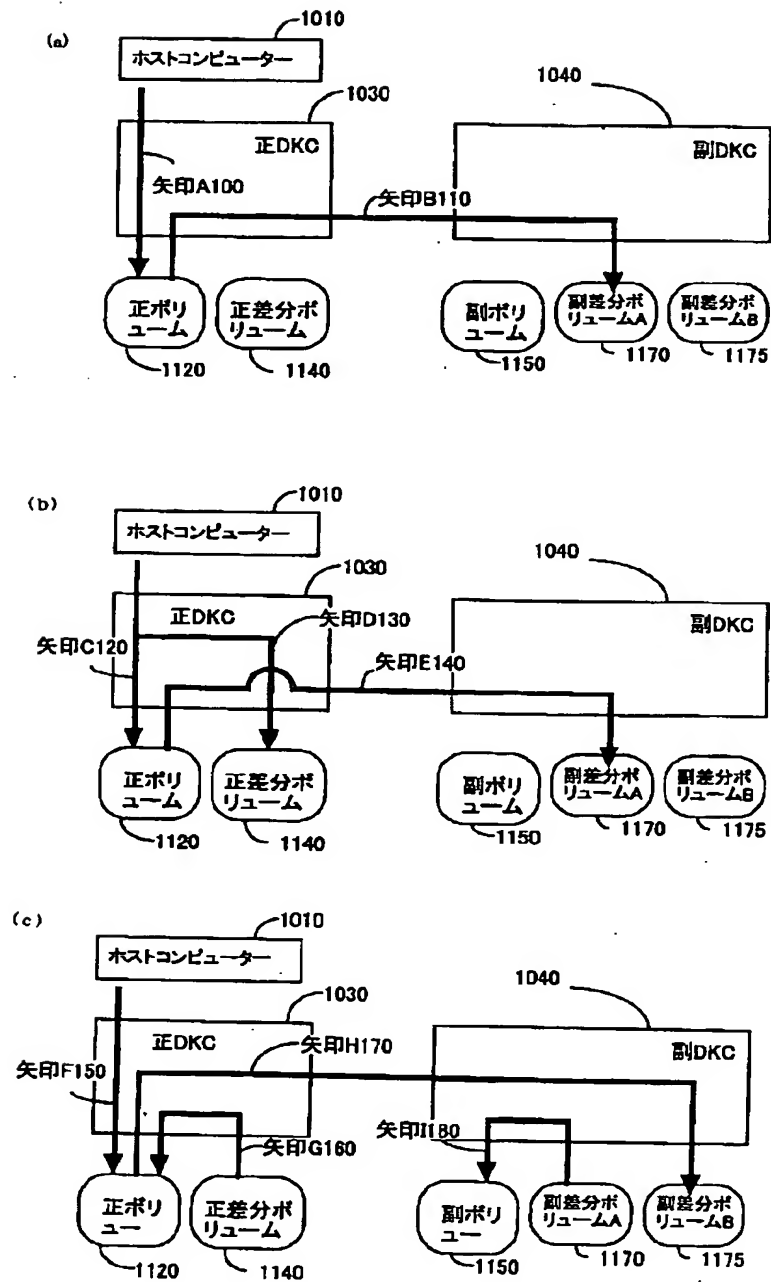


【図3】



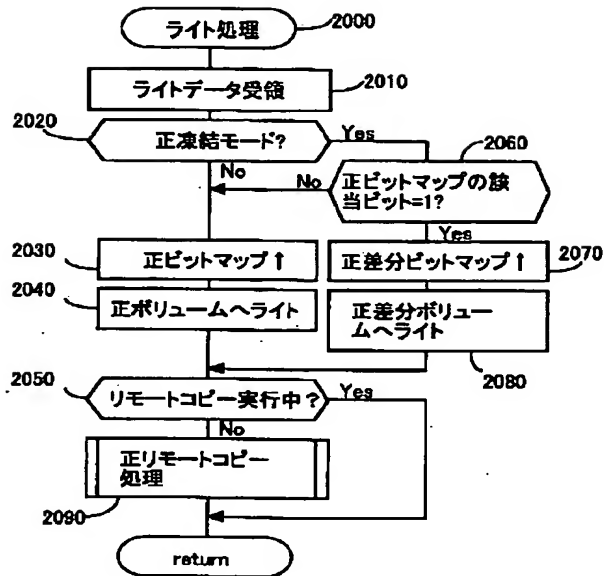
【図2】

図2



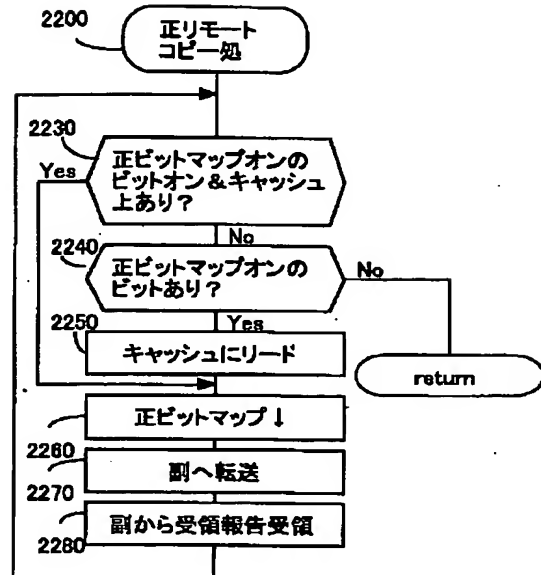
【図4】

図4



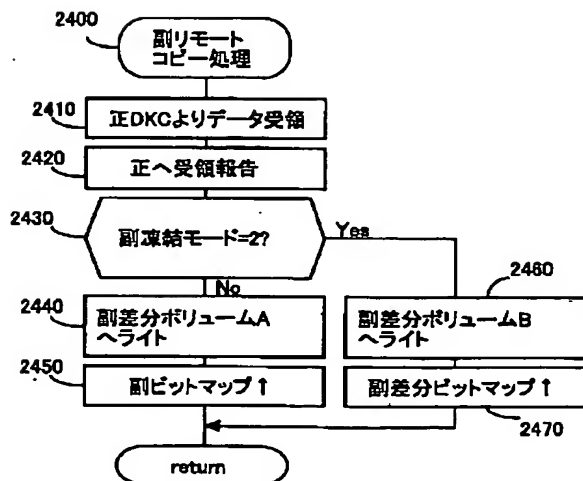
【図5】

図5



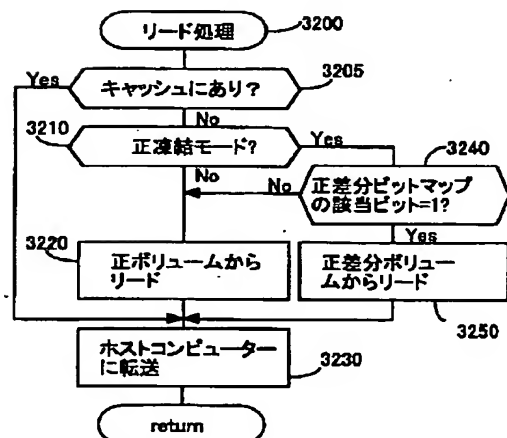
【図6】

図6



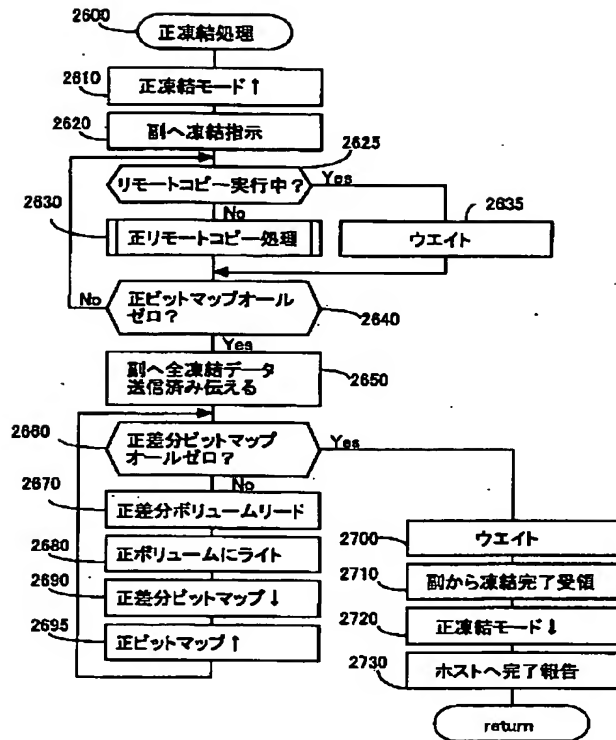
【図10】

図10



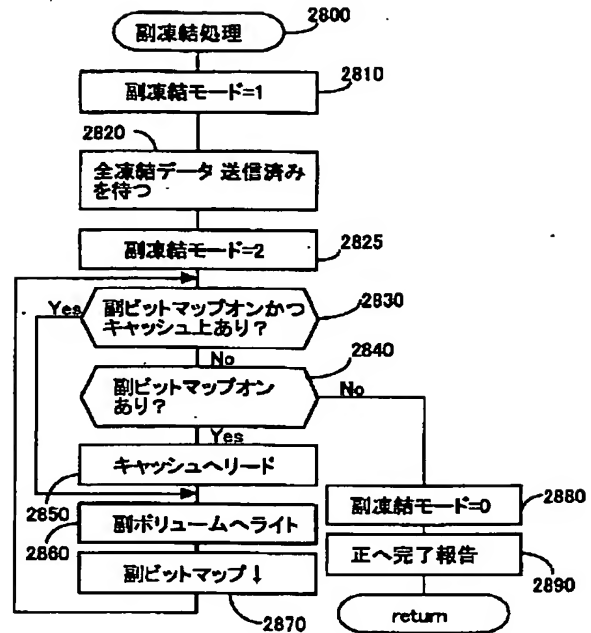
【図7】

図7



【図8】

図8

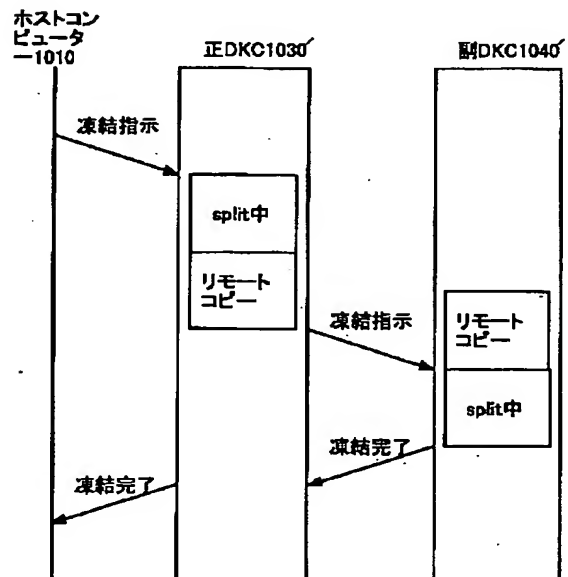
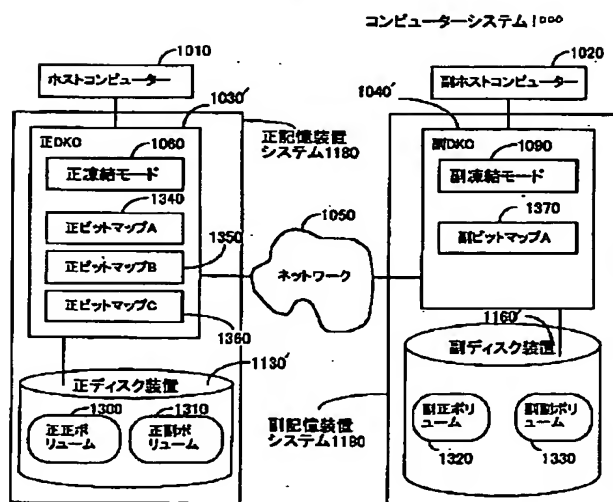


【図14】

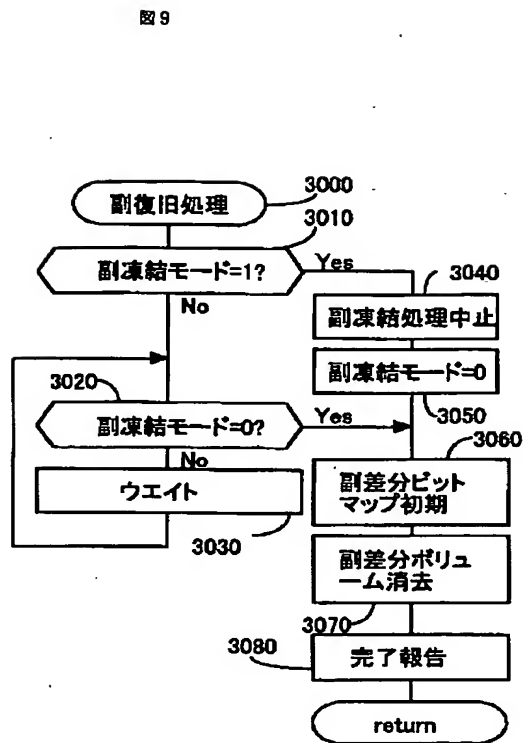
図14

【図12】

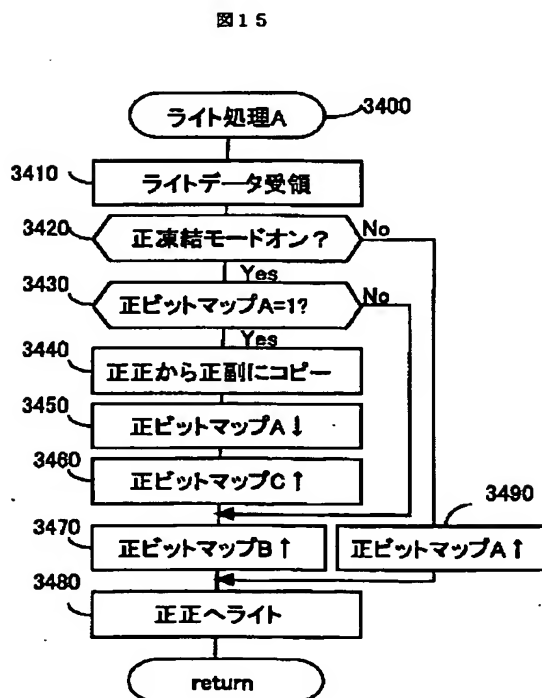
図12



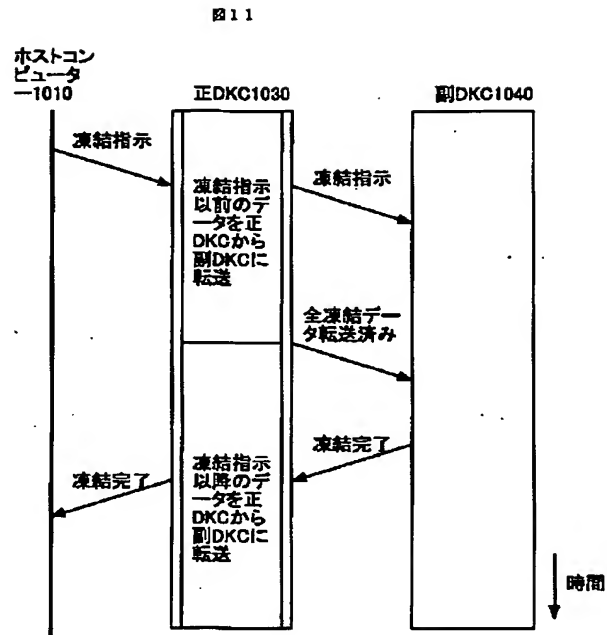
【図9】



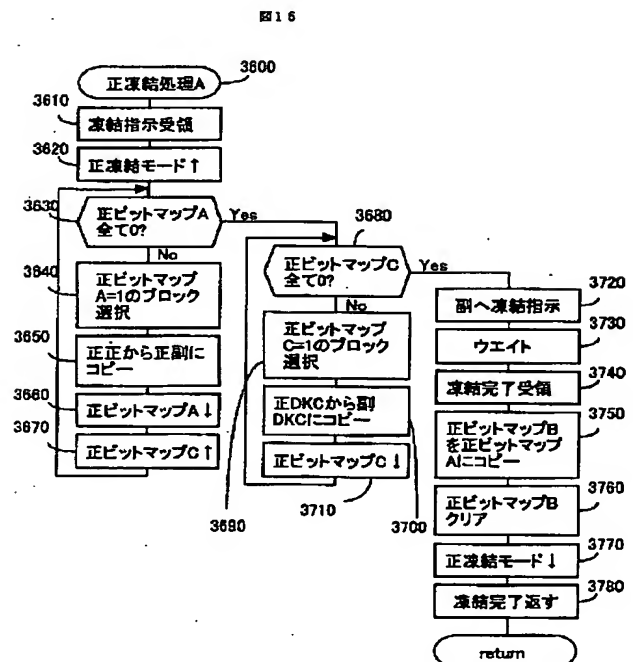
【図15】



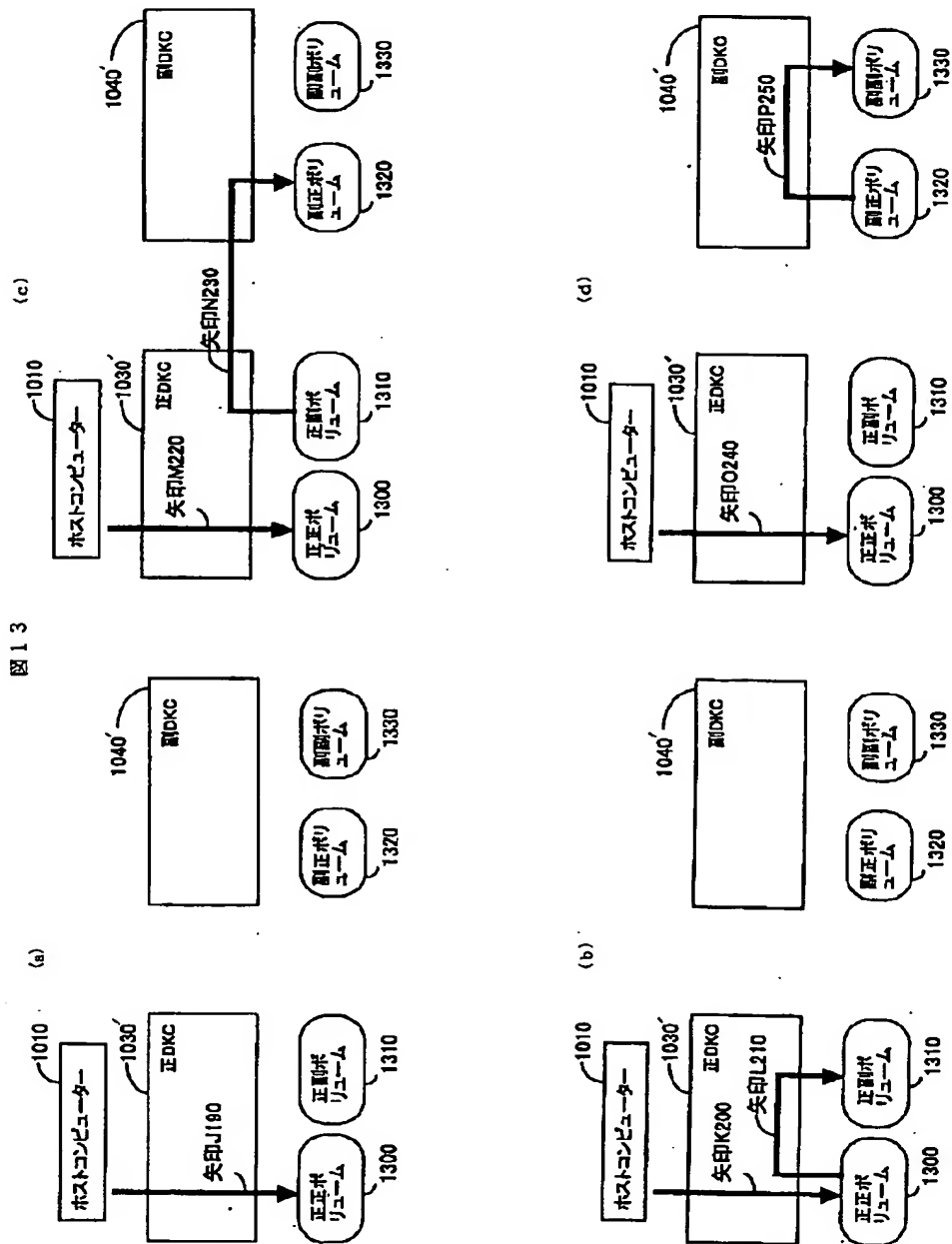
【図 11】



【図 16】

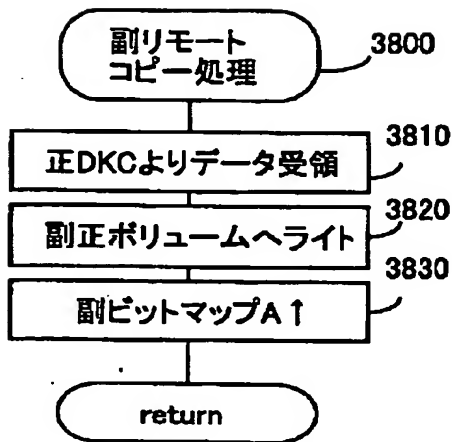


【図13】



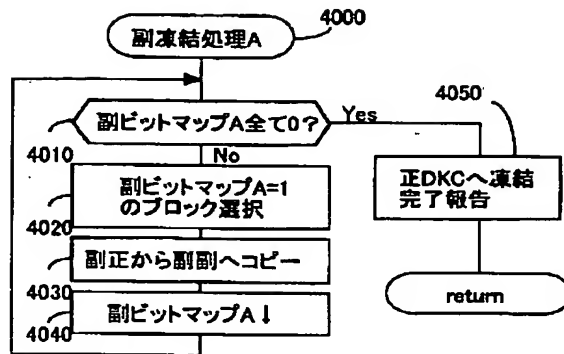
【図17】

図17



【図18】

図18

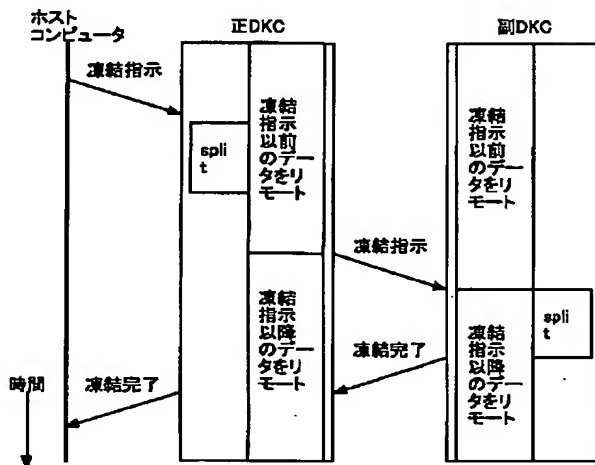
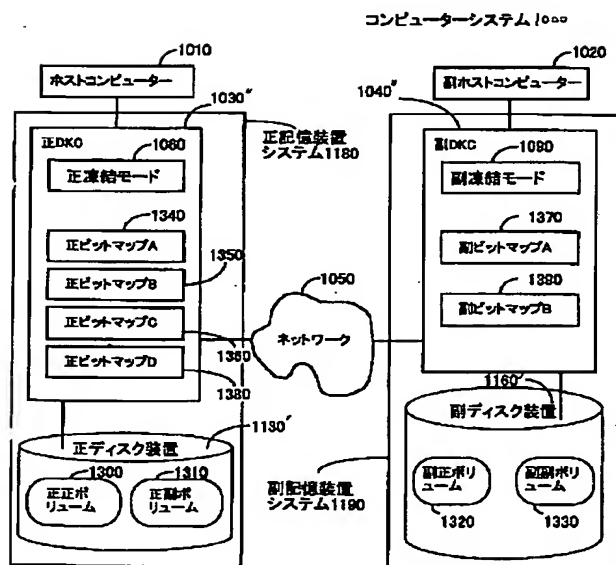


【図21】

図21

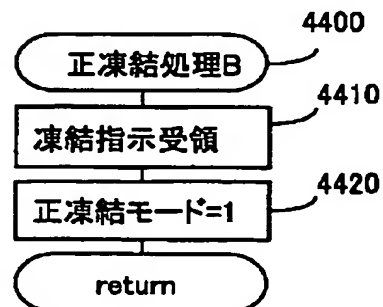
【図19】

図19



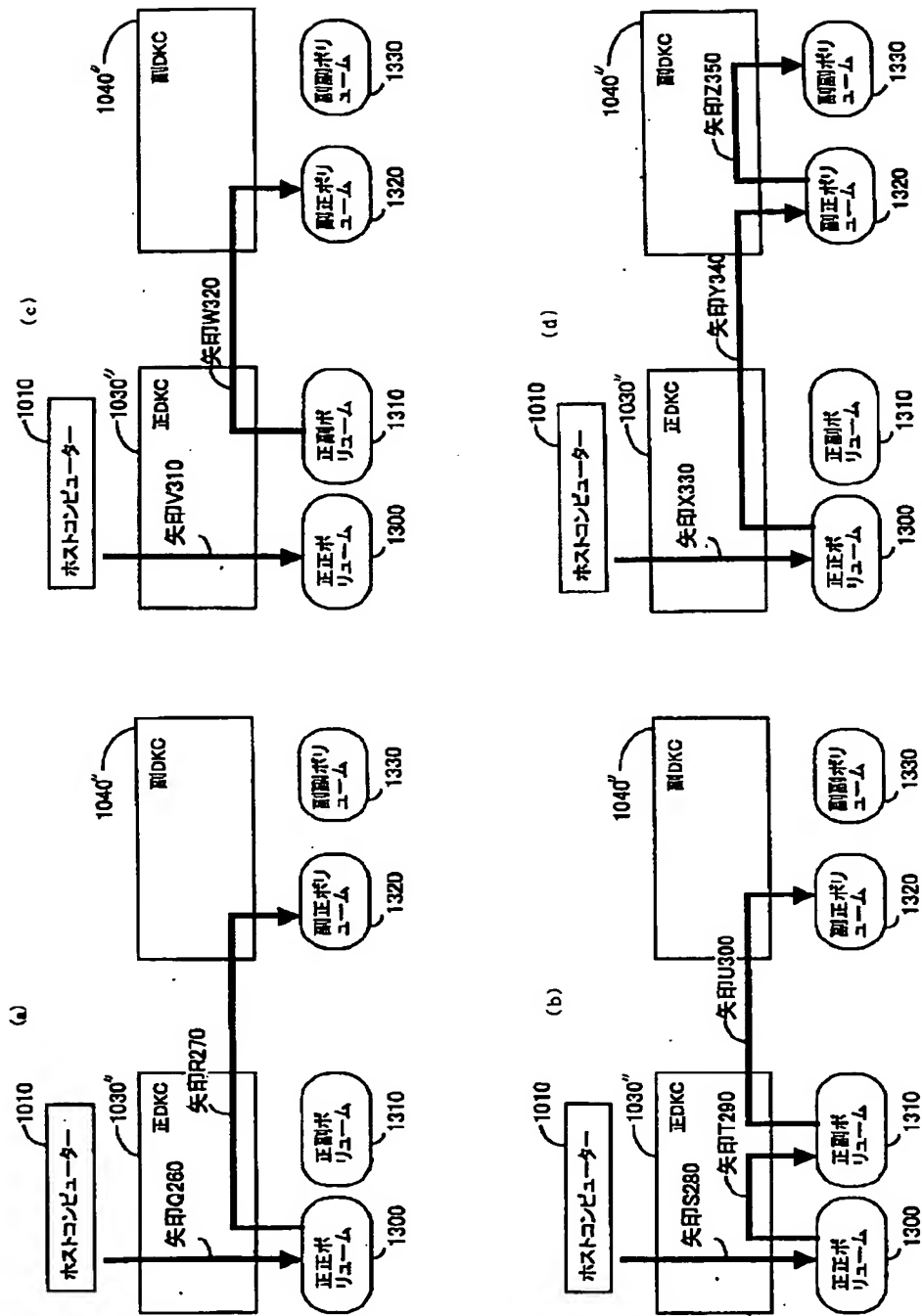
【図23】

図23

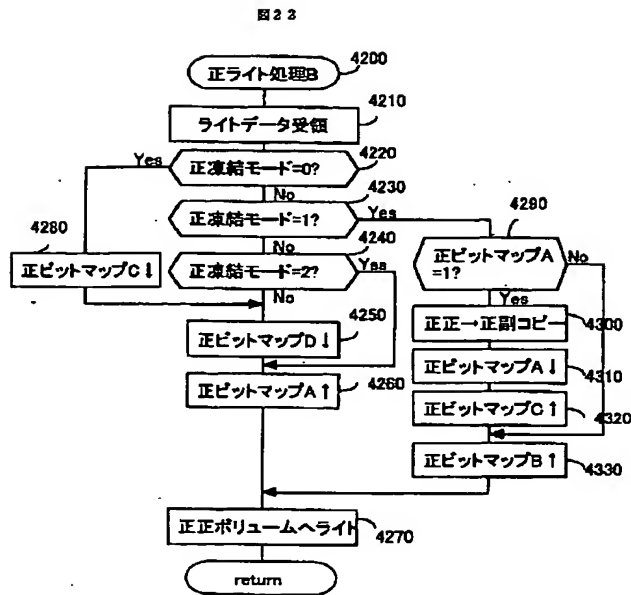


【図20】

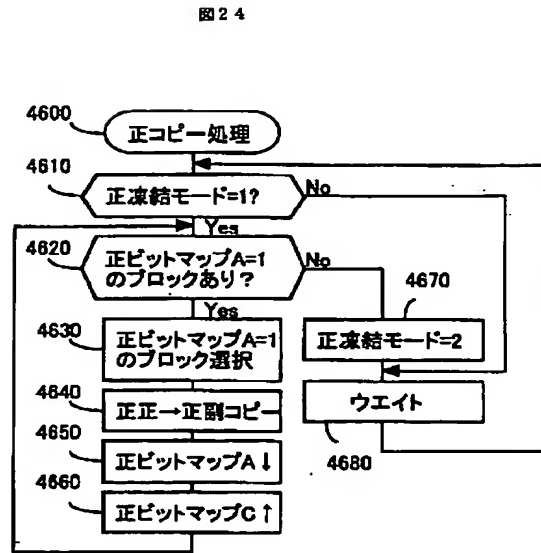
図20



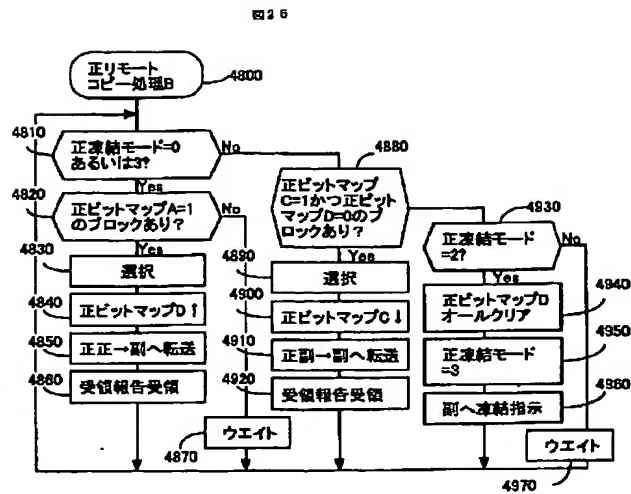
【図22】



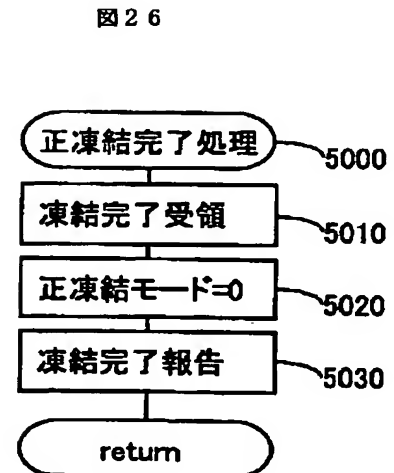
【図24】



【図25】

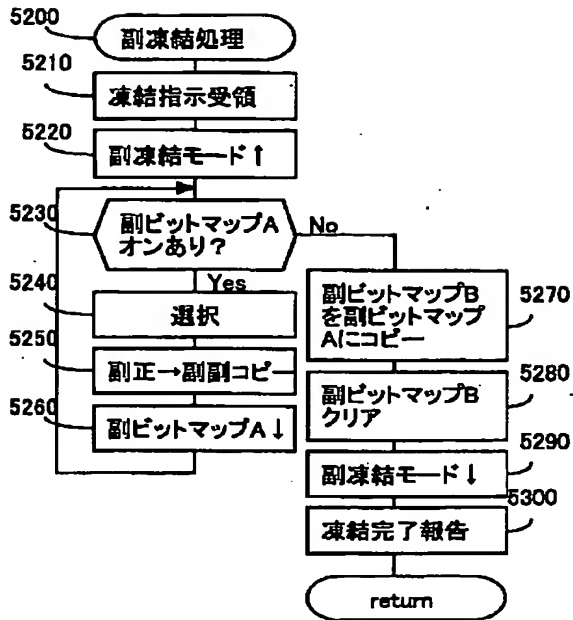


【図26】



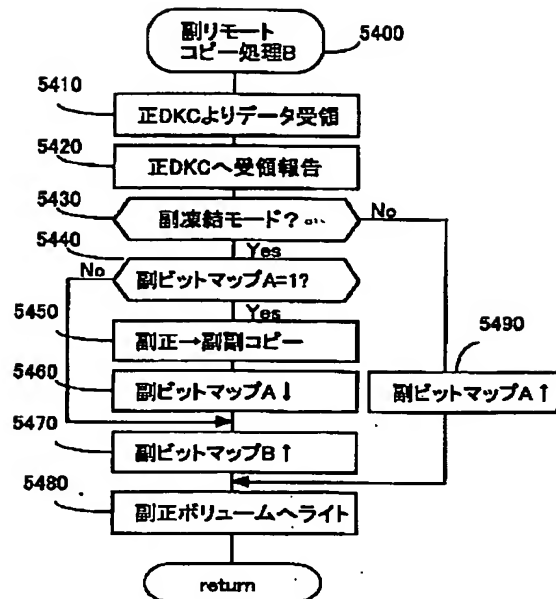
【図27】

図27



【図28】

図28



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 6 F 12/16

識別記号

3 1 0

F I

G 0 6 F 12/16

テーム(参考)

3 1 0 M

(72)発明者 中村 勝憲

 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
 社日立製作所ストレージシステム事業部内

Fターム(参考) 5B017 AA07 BA07 CA16

5B018 GA04 HA05 MA12 QA20

5B065 BA01 EA14 EA24 EA35 ZA01

5B082 DE03 GA11 HA05